DL

Dibujos Bussy y Ag5 hoj

~~##~~

Mzlq5t Dzs Alzatz

Vdznabrz y Obrijs

Mz lq3adz, Alumty VDanz

brty

~~tt~~

Melquiades Alonso Valdenebro

DE RE PHYSICA

NECESSARIORES NOTIONES,

QUAS INDICABAT,

DIALOGISQUE DIGEREBAT

EM. M. DEL MARMOL,

IN REGIA HISPALENSI ACADEMIA

REGIUS PHILOSOPHIAE ANTECESSOR.

PARS 1.ª

PHYSICAM GENERALEM COMPLECTENS.

HISPALI,

SUPERIORIBUS ANNUENTIBUS

JOSEPHUS HIDALGO ET SOCII EXCUDEBANT

ANNO MDCCCXXVII.

Marmol

LECTORI HAEC PAUCA.

Nec nova, nec rara, nec ornata speres legenda. Juvenibus, qui primis labellis physicas res degustant, scribimus, ut brevi, quod insumunt his discendis tempore, festinanter properantes ad alia, necessariora habeant, velut medullam diffusiorum Auctorum, qui in aulis resonant, et spiritum Scriptorum celebriorum, qui litterariam Rempublicam ornant, quâ depastâ, quo hausto, eos postea faciliús intelligant, et subeundis examinibus praeparentur. Disputatricis Physicae non meminimus. Operis ratio et angustiae epitomes ad illam divagare non patiebantur. Deo grates, ob haec physico in opere á cordatioribus non improbabor. Brisson, Haüi, Libes, Biot, caeteri, qui his temporibus scripserunt, scripserunt ita, ut plura, et pulchra, et utilia dicerent, disputandi omnino immemores. Non me clarissimis his Viris compono. Inter me et mei furfuris scriptores ita caput extollunt, quantum lenta solent inter viburna cupressi. Sed si ut celebriores hujus soeculi Auctores habentur, licet disputationes posthabuissent, quia libello meo non disputo, malé non audire merebor. Si desideriis meis non respondeat opusculum, saltem recta sunt desideria, et me benevolentiam indigitantem benevolentiae dignum efficient. ¡Oh utinam! dilectissime Lector.

[illegible]

[illegible]

Væ nobis. [illegible]
Jeremiae, qui [illegible]
tam, scilicet [illegible]

[illegible] in aliter [illegible] et [illegible]
[illegible] qui [illegible]
[illegible] quo [illegible] et [illegible]

[illegible]
et angustiae [illegible]
hanune, Deogr [illegible]

[illegible]

ADITUS

DIALOGUS PRIMUS

De Physicae natura et divissionibus.

¿ *Quid est Physica?* Si ethimologiam inspicias, cum derivetur haec vox ab illa graeca *Physin*, quae Naturam significat, seu rerum omnium Universum componentium compagem, est scientia Naturae. Re autem inspecta est scientia, quae corporum naturam et qualitates rimatur, vel, si velis, est scientia, quae phoenomena ratione, observatione, et experientiâ considerat, ut eorum caussas assignet, effectus determinet, et leges Naturae, quibus subjacent, noscat.

¿ *Quid est phoenomenon?* Quidquid nostris sensibus exhibetur de actionibus et passionibus corporum.

¿ *Quid est observatio?* Est attenta et accurata phoenomeni, quod nostris sensibus sponte exhibetur, intuitio, adhibitis, si libuerit, instrumentis, quae sensus adjuvent.

¿ *Quid est experimentum?* Est applicatio nostrâ industriâ facta corporum ad corpora, ut videamus effectus: v. g. apponam magneti ferrum, et attractionem inspiciam.

¿ *Quid sunt Naturae leges?* Sunt quaedam regulae á supremo Opifice stabilitae, juxta quas,

datis certis conditionibus, determinata debent phoenomena accidere. v. g. Corpus suo genio relictum descendit.

¿ Quotuplex est Physica? Ratione objecti generalis et particularis. Ratione modi, quo objectum inspicit, speculativa, experimentalis, et practica.

¿ Quid est Physica generalis? Quae de corpore in genere, sive de rebus et qualitatibus omnibus corporibus communibus tractat. Hae sunt extensio, impenetrabilitas, porositas, figurabilitas, divisibilitas, attractio, inertia, mobilitas, gravitas.

¿ Hae universales propietates sunt ejusdem generis? Neutiquam. Aliae sunt essentiales, quae nempe constantes sunt, nullo augmento, vel decremento in corporibus existentes, ac propterea sunt invariabiles secundum intensionem, et insuper ab aliis non nascuntur. Aliae sunt accidentales, quae nempe sunt quoad intensionem variabiles, et ab aliis oriuntur Primi generis sunt extensio, impenetrabilitas, inertia, attractio, prout in Physicae decursu patebit. Secundi generis exemplum sit porositas.

¿ Quid sunt proprietates particulares? Quae non omnibus, sed aliquibus corporibus insunt, vel corporibus aliquibus circunstantiis constitutis, ut fluiditas v. g.

¿ Quid est Physica speculativa? Quae puro ratiocinio absolvitur.

¿ Quid est Physica experimentalis? Quae in rationis subsidium advocat experimenta.

¿ Quid est Physica practica? Quae notas corporum vires et qualitates in humanos applicat usus.

¿ *Quid prodest speculativa?* Sola nihil. ¿ Quisnam erit ratiocinii super corpora scopus, nisi corpora cognoscamus? ¿ Et quis illa noscat, nisi ab ipsis secum congredientibus suarum proprietarum extorqueat secretum; nisi actionum, quas edunt, et passionum, quas habent, mutua insemet operatione, notitias adquirat? Ni haec fiant, aut parum philosophabimur, aut non supra Mundum á Deo conditum, quo vitam degimus, sed supra Mundum ab homine confictum, et non realem philosophabimur. ¿ Quaenam autem hujus Philosophiae utilitas?

¿ *Quid prodest Physica experimentalis?* Sola parum. Haec Physica nihil offert nisi oblectamenta ut pueri, vel homines leviores, si mavis, tempus insumant, nisi ratiocinium sit socium. Ratiocinio experimentisque facta intelliget Physicus, facta ordinabit, caussas et effectus noscet, quo vera Physica sita est.

¿ *Sistere debet suis cognitionibus Physicus speculativo-experimentalis?* Minimé. Si felix, qui potest rerum caussas cognoscere, felicior, qui ad vitae commoda cognitiones applicat. Speculativam Physicam arbori foliis cooperto, sed absque floribus, et fructibus comparo, speculativam-experimentales, arbori floribus ornato, practicam arbori fructibus diviti.

¿ *Quibus ex scientiis Physica auxilium praecipué mutuatur?* A Mathesi, á Chemia, ab Historia naturali. Mathesi consultâ quantitatem, quae est corporibus omnibus propria, et velut dosis materiae, Physicus aestimat: Chemiâ principia, ex quibus corpora coalescunt, ipsa componendo et resolvendo attingit: Historiâ naturali exteriores cor-

porum qualitates, et velut physionomiam cognoscit. Quibus omnibus auxiliis suffultus propietates corporum, effectus, quos producunt, et caussas, quae omnia Physici provincia sunt, rectius determinat.

DIALOGUS SECUNDUS

De axiomatibus physicis.

¿ *Quid intelligis per axiomata physica?* Propositiones clarissimas, de quibus dubitare nefas, ex quibus coeterae propositiones physicae legitimo et recto ratiocinio deducantur, vel ad quas reducantur.

¿ *Quot sunt?* Plura, sed praecipua, vel quae ussui frecuentiús veniunt, afferemus.

1. „Ab agente creato ex nihilo nil fit, in nihilum nil converti potest." Nam ex non esse ad esse infinita est distantia. Qui eam res faciat percurrere, vim aut potentiam infinitam habere est opus. Agens creatum in omnibus est finitum. Ergo illam vim infinitam non habet.

2. „Quilibet effectus suam caussam habet." Si non haberet, produceretur ex nihilo, quod per axioma primum omnino nefas.

3. „Effectus, antequam existat, continetur in „suâ caussâ vel aequali modo, ut pullus in ovo, vel „eminentiori, id est, facultate, ut domus facienda in „mente Artificis." Ni hoc ita sit, aliquis daret, quod non habebat, ac inde ex nihilo daret sive produceret, quo iterum axioma primum rueret.

4. „Quilibet effectus est semper suae caussae „adaequaté proportionalis cum quantitate, tum na„turâ." Hoc est, effectus non potest esse major pro-

portione vi applicata, nec minor. Non major, quia tunc pars effectus ipsius caussae excedens, produceretur ex nihilo: si minor, non produceret pars caussae excedens effectus, quin obstaculum sit, prout supponitur, et tunc aliquid fieret sine caussa, vel ex nihilo. Haec quoad quantitatem.

Quoad naturam. Si non sit inter naturam caussae et effectus aliqua proportio, si, v. g. ignis frigefaciat, calefaciat nix, aut hic calor, hoc frigus non produceretur ab igne et nive contra suppositum, sed ab alia caussâ, vel á nihilo, aut ignis ut caussa, in qua contineri debet effectus, contineret frigus, et nix calorem: et tunc ignis et nix coalescerent ex contrariis, quod absurdum.

5.m „Universi Conditor rerum corporearum „congeriem determinatis legibus moderatur." Nam Universi mirabilis et constans ordo miras et perennes leges supponit, quibus subjaceat. Nec dicendum sapientissimum Opificem in suo miro opere non facere, quod humani et limitati artifices in suis operibus faciunt.

6.m „Deus et Natura student compendium. „Vel frustra fiunt per pauca, quae fieri possunt per pauciora" Si aliter supponamus, aut dicendum Deum ignorasse faciliores vias, aut aliquid frustra facere, quod vel humani et limitati artifices vitare curant. Utrumque absurdum. Nec dicas magnificentiam Deum aliter operando ostendere. Observamus, intuentes Mundum, magnificentiam et multiplicitatem in effectibus; sed in caussis simplicitatem et veluti, si ita loqui licet, oeconomiam.

DIALOGUS TERTIUS

De regulis philosophandi.

¿ Quid sunt regulae philosophandi? Regulae, quibus servatis, vel faciliús, securiús et certiús in physicis vestigationibus procedimus, vel minori labore caussas et proprietates corporum investigamus, vel validiús praejudicia vincimus.

¿ Quot sunt? Variae; sed praecipuas commemoro.

1ª „Caussae rerum naturalium non plures ad„mitti debent, quam, quae et verae sint, et phoe„nomenis explicandis suficiant." Qui caussam phoenomeni scire desiderat, non illam quaerit, quae possit illud producere, quae caussa possibilis dicitur, sed quae producat, quae caussa vera appellatur. Hypotheses ergo vel suppositiones, quae possibiles caussas assignant, sunt proscribendae. Deinde debent admitti caussae sufficientes ad producendum effectum, nec plures, nec pauciores. Non plures, quia frustra fiunt per pauca, quae fieri possunt per pauciora: Non pauciores, quia tum aliquid esset in effectu á caussa non productum, nempe illud, in quo effectus erat assignatis caussis major, quod vetuit axioma primum et quartum.

¿ Inutiles ergo sunt hypotheses? Ne id quidem. Supponi debent caussae, id est, quaeri debent in primis caussae, quae possint effectum producere, ut, hoc velut primo scrutinio facto, inter ipsas vera inveniatur; inter ipsas enim potius erit haec, quam inter quas nequeant illum effectum pro-

ducere. Deinde quando nec inveniatur, nec spes laceat inveniendi veram caussam, utilis est hypothesis: melius enim est, supposità caussâ, explicare phoenomena, quam non explicare ignorantiam caussae fatendo. Ita se gesserunt Astronomi pluribus in propositionibus, et hac viâ utilissimi generi humano fuerunt.

Regulam philosophandi tradas secundam. „Effectuum naturalium ejusdem generis eaedem sunt „caussae, dummodo constet ejusdem esse generis, „nec effectus ambiguus sit: vel si mavis, dummodo nulla ratio in contrarium sit, quae diver„sas caussas exposcat." Haec regula Naturae nititur simplicitati, quae, studens compendium, caussas abs necessitate multiplicari non patitur. Si ergo unâ eâdemque mille effectus ejusdem generis potest producere ¿quare pluribus ipsa utetur, ut ejusdem generis effectus producat? In casu ergo regulae labori parcimus, et, velut analogiâ utentes, caussae unius effectus alium generis ejusdem tribuimus, quin novam inquisitionem faciamus.

Si vero ambigua sit conformitas effectuum, vel si observemus aliquid diversitatis, regulam non applicemus. Sic v. g. effectus horologii clateris animati est horam indice signare. Idem in horologio ponderibus, vel aqua moto. Ast vel figura, vel strepitus diversa sunt. Haec ratio me movet ut easdem in utrisque horologiis caussas non credam, et, si eas nescirem, investigarem.

¿*Quaenam est tertia regula?* „Qualitates cor„porum, quae intendi et remitti nequeunt, quae„que corporibus omnibus competunt, in quibus ex„perimenta instituere licet, pro qualitatibus cor-

„ porum universorum sunt habendae." Hac regulâ utentes á labore impossibili liberamur. ¿ Quis enim omnia omnino corporum genera diversis locis ac temporibus iteraté examinaret, quod necessarium erat, ut mediis experimentis qualitas in illis deprehensa completa inductione haberet pro universalibus? Examinentur, quae possint. Incredibilis cassus est, quod millena et millena corporum genera experta qualitatem aliquam constantem habeant, et solúm corpora, quae illâ careant, non venisse ad manus. Qualitas ergo illa ad omnia corpora extendetur.

Requirit autem regula ut in expertis corporibus qualitas abs incremento, decrementoque reperiatur, ut securiús ejus universalitatem concludamus: Si enim augetur, et imminuitur, tantum minui poterit, ut evanescat in corpore aliquo.

Quartam regulam produc. „ In explicatione „ phoenomenorum servandum est quod propositio- „ nes ex phoenomenis ope inductionum collectae, „ non obstantibus contrariis hypothesibus, pro ve- „ ris et accuratis, aut pro quam proximé veris ha- „ beantur, donec alia occurrant phoenomena, quae „ contrarium suadeant." Ratio regulae est, quia hypothesis est mera suppositio, quae caussae assignatae possibilitatem tantum inducit, caussa autem assignata, illam indicante magna phoenomenorum sive factorum collectione, tanto magis quam hypothesis ad esse veram caussam accedit, quantus sit numerus illorum phoenomenorum sive factorum.

Regulam quintam dicito. „ Quae propositio- „ nes ex certis principiis legitimo et recto ratioci- „ nio educantur, vel ad illa reducantur, certae

„sunt, licet communiori opinioni adversentur, vel „propositionibus, quae pro certis habeantur." Ratio patet. Illa opinio, illae propositiones, erunt abs dubio aliquo praejudicia.

¿ *Quaenam est ultima regula?* „Quidquid „existit rationem habet sufficientem suae existen„tiae, et cur ita potiús, quam aliter existat." Nam aut ratio sufficiens idem est ac caussa, aut est motivum cur res sit, et sit ita, et non aliter. Si primum, quod rationem sufficientem non haberet, non haberet caussam, et secundum axioma physicum everteretur. Si secundum, dicendum esset Mundi Opificem cassù et absque ratione fuisse operatum, quod nefas.

¿ *Habes addendum ex aditu egrediens, et ad Physicae interiora accedens?* Notionem corporis, qualitates, quas supra universales esse statuimus, nempe extensionem, impenetrabilitatem, porositatem, figurabilitatem, divisibilitatem, attractionem, inertiam, mobilitatem, gravitatem, et caetera, quaeque cum iis relationem habeant, suprema Physicae generalis capita suppeditare.

CAPUT PRIMUM

DE CORPORE GENERATIM SUMPTO, ET DE COMPOSITO NATURALI.

DIALOGUS QUARTUS

De NOTIONE CORPORIS ET DIFFERENTIA INTER CORPUS ET COMPOSITUM NATURALE.

¿ *Quam rem corpus appellas?* Id, quod de suà existentià me reddit certiorem per quamcumque actionem in sensus, sic vel aliusmodi editam. Propterea resistentià, quam tangens corpus experior, de ejus existentia sum certus.

¿ *Quid ex hoc deduces?* Me nil aliud in corpore deprehendere nisi vires, seu facultates agendi. Video omnia corpora vires habere aliquas, quae semper et constanter ipsis apparent; video aliquas inesse omnibus; sed crescentes vel decrecentes: Video alias non omnibus, sed aliquibus convenire, vel omnibus, sed aliquibus circumstantiis: Video demum aliquas ab aliis nasci, vel esse aliarum modificationes. Concludo omnes has ultimas ab aliquibus tantúm, ab iis nempe, quae sunt constantes et invariabiles, seu essentiales, ortum habere, et corpus esse tantúm collectionem illarum virium essentialium.

Sed non possunt concipere homines vires absque subjecto aliquo, quo sint, licet nihil de illo sciant, nec illud sentiant, cum per se solum in sen-

sus agere nequeat. Concludo ergo corpus esse subjectum talibus viribus ornatum.

Sed cum, ut subjectum hoc his ornatum viribus agat in sensus, vel sensibile sit, sine quo mihi non existit, necesse sit, ut puncta aliqua spatii occupet, quia sensationem meam quamcumque ad diversa puncta, et non ad unum tantummodo reffero, concludo necessarió hoc subjectum ornatum viribus debere esse extensum.

¿*Ut ergo corpus, quale sentis, concipias, quo debet constare?* Subjecto virium, quod sit ipsarum tanquam substractum, viribus, et extensione.

¿*Quot et quae sunt hae vires essentiales?* Illae, quas voco impenetrabilitatem, inertiam, attractionem.

¿*Quomodo id conficies?* In Physicae decursu patebit has solas esse essentiales: id est, semper corporibus omnibus inesse, non augeri nec minui, et nec á se mutuó, nec ab aliis nasci. Constabit caeteras esse vel accidentales, vel particulares, quod sufficit ut non habeantur pro primariis, licet non de omnibus claré possimus ostendere quomodo ab aliis nascantur. ¿Quis id ostendat nisi operationes omnes perspiciat, quas in abscondito et intus corpora Mater Natura producit?

¿*Quam ergo deffinitionem corporis affers, quae primam antea allatam explicet, et haec omnia, quae dixisti, comprehendat?* Corpus est substantia impenetrabilis, iners, attrahens, et extensa, quae sic vel aliûsmodi suas actiones prodit.

Crederem mobilitatem recensendam esse inter corporis essentialia. Minime; quia venit á corporis limitatione, quam, licet essentialis creatis, non

recenseo, quia supponitur. Qui corpus creatum fatetur, eo ipso illud limitatum agnoscit. Creatam rem deffiniens limitationem, quam ut creata includit, meminisse non est necesse.

Quare in corporis deffinitione addidisti sic vel aliûs modi actiones producere. Deffiniebam corpus sensibus subjetum, et non insensibile vel intelligibile, quod abstractionibus capitur, de quo in Methaphysica dicendi est locus. Hoc autem corpus sensibile nunquam invenitur nisi ad determinatam classem pertinens, vel apparens sub hac vel aliâ formâ. Concipio statim partes illas subjecto virium, et viribus primitivis corporibus omnibus communibus constantes, diversas pati combinationes, pro quarum diversitate primitivarum virium effectus sic vel aliter apparet. Propterea agere aliquo modo est corpori essentiale. Agere determinato modo non erit corpori, ut corpus est, essentiale, sed essentiale erit tali, vel tali corpori.

Dum Universi corpora ita considerant Physici, illud vocant compositum naturale. Hoc ex materiâ et formâ constat. Materia semper eadem est in corporibus omnibus, forma variabilis, pro cujus varietate variant composita. Si variatio talis sit, ut appareat velut novum compositum, generatio facta est. Si appareat quoad aliqua tantum sensibilia immutatum, alteratio est facta. Aristotelici illud, de quo loquuti fuimus, subjectum virium materiam dicunt, vires formam. Recentiores Philosophi subjectum primitivis viribus ornatum volunt esse materiam, formam vero combinationem partium materiae. Funebria hâc super re sunt bella exorta. ¿ Quaenam autem utilitas? Nec latum unguem his disputationibus

Physica progressa est. Quâ de causâ, et quia Methaphisici eam sibi jure et merito vendicant, ab iis abstinemus. Et quae hoc in dialogo de natura corporis, et de composito naturali diximus, dicta sunto pro resolutione quaestionum de essentiâ corporis, et de compositorum naturalium principiis hoc loco à Physicis agitari solitis.

CAPUT SECUNDUM

DE EXTENSIONE.

DIALOGUS QUINTUS

DE EXTENSIONIS NATURA ET GENERIBUS.

¿*Quid est extensio?* Positio partium extra partes.

¿*Quotuplex est?* In primis continua, contigua sive discreta, et succesiva.

¿*Quid sunt hae extensiones?* Continua est illa, qua partes unitae et ligatae sunt, ac inde unum totum efformant, ut digitus.

Contigua est illa, quâ partes sunt coacervatae absque ligatione, ut acervus tritici.

Succesiva illa est, quâ partes succesivé fluunt, ut in tempore.

¿*Sunt aliae extensionis species?* Penetrali'is, et impenetrabilis. Prima est, quâ corpus poni potest, ut spatium. Secunda, quae excludit á se alia corpora, ut corpus.

¿*Quaenam ex allatis extensionibus corporis propria est?* Continua impenetrabilis. Hoc expe-

rientiâ constat. Propterea extensio contigua corporum acervus dici potest, non corpus.

¿Quot importat idea extensionis? Tria: et numerum partium, et esse extra se, et eas esse unitas et ligatas unum totum efformantes. Secundum ab impenetrabilitate procedit. Tertium ab attractione. Ast primum, seu esse in corporibus plures partes, nullam aliam caussam agnoscit nisi creatoris voluntatem; atque adeo extensio hoc sensu accepta primarium atributum est, et ideo essentialis est corpori sensibili, de quo tantúm loquimur. Propterea nec sine illa corpus concipimus, nec ab alio attributo nascitur, nec augetur nec minuitur. Esse quidem in corpore potest major vel minor partium numerus. Sed hoc ad quantitatem pertinet, quae, ut postea patebit, nascitur ab extensione. Ast eodem semper modo in corpore, et in omnibus corporibus sunt partes extra se, vel diversa loca occupantes.

CAPUT TERTIUM

DE EXTENSIONE IMPENETRABILI, DE IMPENETRABILITATE, ET SOLIDITATE.

DIALOGUS SEXTUS

DE IMPENETRABILITATIS ET SOLIDITATIS NOTIONE ET CARACTERIBUS.

¿Quid est impenetrabilitas, quae in corporibus, quae sunt extensiones impenetrabiles, reperitur? Vis ea est, quâ fit ut una pars in aliâs

partis loco; unum corpus in aliûs corporis loco simul poni non possit.

¿ *Quid est soliditas?* Impenetrabilitatis effectus, vel exercitium.

¿ *Durities est confundenda cum soliditate?* Minimé. Durities venit â majori, vel minori ligatione partium, quae nil influit in earum soliditete. Animadvertas corpora non fluida, fluidis contraposita, solida dici, sed tunc non sumitur soliditas nisi pro fluiditatis deffectu.

¿ *Omnia corpora sunt impenetrabilia?* De solidis corporibus nemo dubitat. Experientia quotidiana, dum illa tangimus, de resistentiâ, quam impenetrabilitatem vocamus, nos admonet. De fluidis dubitare quis posset; quia, ob partium ipsorum figuram et minimam cohaesionem ita facile cedunt, ut resistentiam non facilé sentiamus. Accedit in aere, quod ejus resistentia nos illi assuefactos feré fugiat, aut saltem illam minimè animadvertimus. Si ergo conficiamus aerem esse impenetrabilem, analogiâ utentes omnibus corporibus illam inesse fatebimur.

Si vas, in cujus fundo charta arida ligatur, perpendiculariter in aqua mergitur, magna licet vi, et ita ut totum vas aquâ circumdetur, charta arida manet. Ergo quia aer se circa fundum colligit, et penetrari non sinit. Urinatoria campana, ad cujus fundum, cui accedit Urinatoris hominis caput, non pertingit aqua, idem probat. Si in corpore, quod in aqua supernatet, cereant lucem collocamus, et super ipsam vas, orificio deorsum verso, applicamus et premimus, descendit lux eâ proportione, quâ vas, et non extinguitur. Ergo aqua ad illam non pertingit, aere id prohibente

Praeterea, impenetrabilitas una ex legibus primariis est, quibus subjacet Mundus. Ni ita foret, in quotidianis et validis corporum conflictibus ordo turbaretur, induceretur que chaos, cum corpora intra corpora ingrederentur, et ex pluribus unum, vel ex omnibus unum fieri posset. Ergo impenetrabilitas est vis universalis.

Sed et essentialis; nam, ut diximus, est primaria vis, seu lex Mundi primaria. Propterea nec ab alio attributo nascitur, ¿a quo? dicito: nec augetur nec minuitur. Semper eodem modo corpus resistit, ne simul cum eo alia locentur corpora eodem puncto, et resistunt omnia corpora eodem penitus modo.

¿Qui fieri potest ut impenetrabilitas sit essentiale attributum, soliditas autem proprietas, cum corpora aliqua, miraculo interveniente, compenetrari sint visa? ¿Re permanente spoliari ne potest vel attributo, vel proprietate? Impenetrabilitas vinci non potest Naturae viribus, sed infinita vis non est dicenda. Dei potentiâ vinci potest, et aliquando est victa. Tunc non est proprietas in ipso, quod excludat corpus miraculo adjutum. Fac hominem aliquem suâ naturâ vim habere ad sustinenda corpora viginti librarum, et hanc vim necessario applicare. Sustinebit actu corpus viginti librarum. Si adveniat aliud contra ipsum vi ut viginti unum, illud non sustinebit, quin destitutum sua vi dici debeat. In illo vis est, sed devicta.

CAPUT QUARTUM

DE EXTENSIONE PENETRABILI.

ARTICULUS PRIMUS

DE SPATIO.

DIALOGUS SEPTIMUS

DE EXISTENTIA ET NATURA SPATII.

¿Quomodo vocant penetrabilem extensionem? Spatium.

¿Quid est spatium? Capacitas, in qua corpora recipi possunt, et recipiuntur.

¿Extat talis capacitas? Illam concipimus extra Mundum, quia ibi poni posse corpora intelligimus. Intra Mundum concipimus eam repletam corporibus, quae, si defficerent, capacitatem ab iis relinqui intelligimus ad alia corpora recipienda.

Ex eo quod in illa recipiantur corpora intelligimus esse extensam et penetrabilem. Extensa, quia illâ commensurantur corpora, respondentibus diversis hujus partibus diversis illius punctis. Insuper, per ipsam corpus movetur, et ex unâ ad aliam hujus capacitatis partem transit. Puncta ergo distincta in illa concipimus. Et penetrabilis, quia admittit in se corpora, non excludit.

DIALOGUS OCTAVUS

De loco corporum.

¿*Quid est locus?* Illud, quo corpora sunt, et moventur.

¿*Quotuplex est locus?* Internus, et externus. Internus est capacitas penetrabilis et extensa, quâ corpus existit, respondendo illiûs partes internae et externae diversis partibus capacitatis, sive spatii. Externus est circuitus ille, quem efformant circa corpus alia corpora circumambientia.

¿*Quotuplex itidem locus est?* Absolutus, et relativus. Si spectetur in se ipso absque relatione et consideratione ad corpora circumstantia, dicitur absolutus. Si spectetur cum relatione et consideratione ad corpora circumstantia, dicitur relativus.

Capio corpora contineri ab spatio, ipsum replere, et per ipsum posse moveri. Capio etiam esse et moveri corpora inter corpora; sed credo plures nos pati posse illusiones circa motum, his locis admisis, spatio nempe pro interno, circumstibus corporibus pro externo. Aliquas, sed non plures. Si praescindimus ab omnibus circumstantibus corporibus, si videremus corpus unum coram nobis lineâ rectâ in spatio moveri, caeteris omnibus e medio sublatis. crederemus minui, si á nobis fugiebat, augeri, si ad nos veniebat; sed non sentiremus moveri. Hoc accidit in Phantasmatibus Goriis vocatis. Si ad latera moveretur, motum sentiremus ob motum occulorum, vel capitis, nostrorum ad illud videndum, quando fugiebat. Si

translati nos cum circumambientibus corporibus, ex quibus relationes sumimus, alia corpora quieta inspicimus, haec moveri credimus, nos autem et circumambientia quiescere. Hoc accidit respectu Solis et Terrae in sistemate Copernicaeo: hoc accidit in navi, quando homini ipsâ vecto montesque urbesque recedunt; quando littus ipse apparet moveri, navis autem quiescere.

Articulus secundus.

De vacuo.

DIALOGUS NONUS

De vacui existentia.

¿*Omnes corporis partes ita unitae sunt, omnia Mundana corpora ita sunt proxima, ut nullae sint inter ipsa capacitatis vel spatii partes non repletae?* Restat inter corpora vacuum.

¿*Quid est vacuum?* Locus omni corpore destitutus.

¿*Quotuplex est?* Coacervatum, et disseminatum. Primum est ingens vacuum. Secundum vacuum exiguum. Vocatur disseminatum ab iis, qui illud admittunt, quia plura sunt disseminata et velut sparsa inter corporis partes.

¿*Admitti quidem debet vacuum disseminatum?* Motus esse non posset, negato vacuo, quia, ut moveatur corpus, necesse est, quod contiguum corpus moto corpori cedat locum. Cedere autem non potest, si vacuum non est, ubi collocetur.

Exemplo fit clarius. Si cubiculum lapillorum fragmentis sit omnino repletum ¿quomodo fragmentum unum moveri posset, si impediebatur ab aliis, quae locum cedere nequeunt, cum non habeant ubi ponantur.

Praeterea: Corpus, cum rarefit, in majus, cum densatur in minus spatium reducitur. Haec explicari nequeunt absque vacuo. ¿Quomodo in minus spatium redigetur, nisi partes aliis partibus fiant propinquiores? ¿Et quomodo propinquiores fient, si corpora sunt plena? Tunc enim sunt tam propinquae, ut major propinquitas sit imposibilis? ¿Quo modo accedent ad invicem, si non est spatium, per quod accedant?

¿Explicabis haec intromisione subtilis aliquae materiae per superficiem corporis se expandentis, et emissione per ipsam superficiem corporis se constringentis? Quis talis materiae existentiam probabit? Probet; sed audiat. Sphaera diametri ut unum fiat diametri ut duo. Superficies earum se habent ut unum ad quatuor, quia sunt ut diametrorum quadrata: Cavitates autem ut unum ad octo, quia sunt inter se ut diametrorum cubi, sicut demostrant Geometrae. Ergo in expansione introire debuit materia ut octo per superficiem ut unum, quod absurdum. In constrictione exire debuit materia ut octo per superficiem ut quatuor. Absurdum etiam.

Insuper: Sunt corpora, quae sub paribus voluminibus diversé ponderant, ut pes auri, pes ligni. Haec differentia ponderum oritur à diversâ materiae portione ¿á quo enim alio oriretur? Sed, si corpora sunt plena, eadem sub paribus volu-

minibus est materiae portio. Ergo aeque ponderarent. Explicabis haec admissa materiâ levi. Ast, ut infra patebit, nullum omnino est corpus leve.

Demum: Negato vacuo, solidum non descenderet per fluidum, quia portio solidi haberet eamdem materiae portionem et gravitatem, ac portio fluidi aequalis voluminis. Sed descendunt. Ergo quia sub paribus voluminibus diversa est materiae quantitas, ac inde in fluido sunt vacua.

¿ *Admitti debet vacuum coacervatum?* Illud admisit Newtonus, ut explicaret motum corporum magnorum, Planetarum nempe. Sed contraeunt caeteri Physici, hos motus, pluribus disseminatis vacuis admissis in materia coelestes ambitus inundante, explicantes.

CAPUT QUINTUM

De porositate.

Articulus primus

De poris.

DIALOGUS DECIMUS

De pororum notione et existentia.

¿ *Praeter cavitates vacuas, de quibus dixisti, sunt aliae in corporibus alienâ materiâ repletae?* Utique, et dicuntur pori, cum hac, tum illac.

¿ *Quid sunt ergo pori?* Quaedam cavitates si-

ve visibiles, sive invisibiles, vel penitus vacuae; vel repletae alienâ materia, id est diversâ materiâ ab illa corporis, in quo sunt.

¿ *Omne corpus sensibile ingenti pororum numero interrumpitur?* Utique. Prout in metaphysica ostendetur, sensibile corpus particulis constat diversae figurae et magnitudinis. Atqui fieri nequit, ut hae ita uniantur ac congruant, ut nulli inter ipsas pori relinquantur, vel vacui, vel alienâ materiâ repleti. Tales ergo pori in omnibus corporibus sunt. Praeterea, nullum corpus est, quo non reperiatur fluidum illud, quod vocatur *caloricus*. Hic autem naturâ suâ corpora, in quibus est, expandit continuó, partes à partibus disgregans. Ergo poros in corporibus omnibus produxit. Huc etiam faciunt argumenta secundum, tertium et quartum, quae pro vacuo conficiendo attulimus.

Idem suadent millena experimenta. Omne corpus microscopio inspectum superficiem exhibet foraminibus pertusam. Ignis et lux penetrant corpora. Ergo cavitates sunt per quas transeant. Idem accidit in lignis, quae penetrantur a succo terrae; in tabulis, quae variis anni temporibus humiditate crescunt, calore minuuntur; in lapidibus, qui colore imbuuntur; in viventibus corporibus, quae transpirationem et perspirationem patiuntur.

¿ *Sunt pori omnes ejusdem figurae et magnitudinis?* Non sunt. Aurum, argentum, aqua, et alia corpora, aeri obsistunt, mercurio, aquae forti et aliis aditum prestant, licet sint aere crassiora. Hoc pendet à diversitate figurae et dispo-

sitionis pororum. Corpora microscopio inspecta poros exhibent diversae tenuitatis et directionis.

¿*Porositas est qualitas essentialis?* Minimé. Nam oritur ab extensione, et insuper est variabilis.

Articulus secundus

De materiae quantitate, volumine, et densitate.

DIALOGUS UNDECIMUS

De notione, ac aestimatione massae, voluminis et densitatis.

¿*Quid notatû dignum deducis de doctrinâ circa poros traditâ?* In primis non omnia corpora habere eamdem massam nec densitatem, licet habeant idem volumen.

¿*Quid est massa?* Quantitas materiae, ex quâ corpus coalescit.

¿*Quid est volumen?* Quantitas dimensionum corporis.

¿*Quid est densitas?* ¿*Quid raritas?* Materiae quantitas relatè ad volumen. Corpus rarum est illud, quod majores aut plures poros habet: densum, quod minores vel pauciores. Corpus ergo, quod sub eodem volumine densius sit, majorem, quod rarius, minorem habet materiae quantitatem.

Deduco etiam corpora, vel densissima, magna ex parte vacuis poris constare. Aurum gravitate, ac inde materiâ, est ad cristallum ut octo ad unum. Plura corpora sunt cristallo leviora: aer, aqua, lux respectu cristalli levissima. Ergo plurimos va-

cuos poros habent. Cum autem haec corpora cristallo minus gravia plurima sint in Mundo, vel potius dicam, magnam Mundi partem componant, minor est in Mundó materiae quantitas, quam vulgó creditur.

Deduco insuper materiam et pondus absolutum sub determinato volumine contenta certó deffiniri non posse. Nam materia est ut volumen, poris substractis. Numerus et magnitudo pororum certó deffiniri non potest. Ergo nec materia, vel absolutum pondus. Hinc est, quod illam ex comparatione cum aliquo determinato corpore determinamus, quod ut terminum comparationis seligimus.

¿Quomodo materiae quantitas in corpore aestimanda est? Est ut factum ex volumine et densitate. Omnes voluminis partes habent determinatum et aequalem numerum partium materiae, quo consistit densitas. Ergo repetendo numerum repertum in una parte voluminis toties, quoties sint voluminis partes, exurget numerus partium materiae, vel materiae quantitas. Hoc autem est multiplicare. Productum ergo voluminis per densitatem dabit quantitatem materiae.

¿Quô exprimetur corporis densitas et volumen? Quotus materiae per volumen divisae dat densitatem. Quotus materiae per densitatem divisae volumen dabit. Nam in omni multiplicatione productum per factorem divisum dat factorem alium.

¿Quid ex hoc deduces? Si in omni multiplicatione factores sunt majores, quo majus est productum, et factor unus minor, quo major sit alter, densitas est in ratione directa massae, et inversa voluminis: volumen in ratione directa massae, et in-

versa densitatis: Massa est in ratione directa voluminis et densitatis.

¿ Quomodo erunt massa, densitas, et volumen in corporibus diversis? In corporibus ejusdem densitatis massae sunt ut volumina; si sint ejusdem voluminis, massae sunt ut densitates: Si sunt diversi voluminis et densitatis, massa est in ratione composita ex volumine et densitate. Massae sunt aequales, si habeant corpora volumina cum densitatibus reciproca. In corporibus ejusdem massae et diversi volumninis densitates sunt in ratione inversa voluminum. Hoc deducitur ex propietatibus producti et factorum, de quibus supra.

¿ Cui comparant Physici materiam, volumen, et densitatem, ut sensibiliorem reddant doctrinam circa massae voluminis et densitatis aestimationem? Rectangulo, quo area exprimat aut repraesentet massam, altitudo densitatem, basis autem volumen. In rectangulo demonstratur aream esse productum basis per altitudinem; areas esse directe ut altitudo et basis: basim inverse respectu altitudinis, altitudinem inverse respectu basis &c.

Articulus tertius

De rarefactione, condensatione et compressibilitate.

DIALOGUS DUODECIMUS

De notione et caracteribus rarefactionis condensationis, et compressibilitatis.

¿ *Quando corpus dicitur rarefieri et condensari?* Quando ejus partes discedunt, plures, vel majores inter se poros relinquentes, rarefit. Hoc calorici actione frequentiús contingit. Quando partes accedunt, pauciores vel minores inter se permittentes poros, dicitur condensari, si hoc fiat extractione vel emissione calorici : dicitur comprimi, si pressione fiat. Haec proprietas, quam habent partes corporis ita accedendi, vocatur compressibilitas. Quae est major, vel minor in corpore, pro majori vel minori pororum numero, magnitudine, figurâ, et aliis, ac inde variabilis.

¿ *Omnia corpora sunt compressibilia?* Sunt quidem. Id de solidis corporibus dubitabit nemo, si animadvertat durissima metalla mallei forti ictu percussa ita, ubi icta fuere, complanari, ut partium ad partes aproximationem demostrent. De liquidis aeriformibus nullus dubitat Physicus, cum viderit innumera phoenomena speciali physica innuenda, quae magnam eorum compressibilitatem ostendunt. De aliis fluidis, de aqua praesertim, dubitant aliqui post Academicorum Florentinorum ex-

perimenta. Sed hi Academici falsi fuere. Aquâ propagatur sonus. Hoc autem fieri non potest nisi á corporibus elasticis, ac inde compressibilibus. Praeterea, si sphaera metallica machinâ comprimatur, dum est aquâ plena, compressione cessante, per poros effluit aqua. Ergo compressa fuit, et, dum suam figuram, statumve pristinum elasticitate recuperare nititur, contra parietes sphaerae nitens per poros exit. Ex dictis facili negotio concludet quis compressibilitatem, qualitatem esse universalem, accidentalem tamen et variabilem.

CAPUT SEXTUM

De figurabilitate.

DIALOGUS DECIMUS TERTIUS

De notione et caracteribus figurabilitatis, et figurae corporum.

¿ *Quid est figurabilitas?* Capacitas, quam habent corpora, recipiendi figuram.

¿ *Quid est figura?* Est limitum corporis estensi directio et dispositio.

¿ *A quo provenit figurabilitas?* Ab extensione, et limitatione corporis. Ex eo enim, quod partes sint extra partes, et usque in infinitum protendi non possint, intelligitur versus hanc, vel aliam partem collocatas esse posse superficies, quae terminant corpus. Propterea hae superficies in numero, et dispositione, et magnitudine, et configuratione differre possunt, et ita corporis formant figuras, quae usque in infinitum potest esse varia

¿ *Corporum figura cassui debetur* ? Qui id crederet, crederet Naturam absque fine, vel inconsultó suis operibus procesisse. Praeterea, certae et determinatae figurae sunt eaeque regulares, quas uniformiter, in iisdem circunstantiis posita, operatur, quo patet ejus actionem invariabilibus legibus esse submissam Hoc videndum in christalizationibus. Cum haec corpora magis quam caetera simplicitati accedant, figurarum constantiam, quae leges supponit, potius indicant, quam corpora magis composita. ¿ Sed quare in his figurandis inconstans erit Natura, si in illis cassui figuras non tribuebat?

¿ *Quinam sunt labores Physiçorum, quaenam eorum inventa super figurarum cognitionem, et leges, quibus subjiciuntur*? Antiquorum nulli: Recentiorum aliqui, sed nullam adhuc Theoriam efformarunt, quae Physicis satisfaciat. Romé-de Lille, Bergman, Haüi super christalizationum figuras aliqua ediderunt. Ultimus ex illis Philosophis conatus est, observationibus et calculo nixus, leges Naturae in christalizationibus figurandis statuere. Sed, quia ad particularem physicam haec pertinent, ab illis supersedemus.

CAPUT SEPTIMUM

De divisibilitate.

DIALOGUS DECIMUS QUARTUS

De divisibilitatis notione, et divisione physica corporum.

¿ *Quid est divisibilitas?* Aptitudo, quam habent corpora, ut suas partes separari patiantur.

¿ *A quo provenit divisibilitas?* Ab extensione, et limitatione virium corporis. Ex eo enim quod sint plures partes, et finitâ cohaereant vi, sequitur esse partes separandas, et vinci posse cohaesionem. Ecce jam divisibilitas.

¿ *Omnia corpora sunt divisibilia?* Sunt, quia omnia extensa, et omnia viribus limitata.

¿ *Qua vi divisio efficitur?* Vel vi Naturae, vel vi artis aut instrumentis, aut calore inducto, aut actione fluidi immissi, velut est stibium, vini spiritus, acida,

¿ *Quantum potest attenuari corpus? vel ¿quem in terminum divissio physica progredi potest?* Usque ad terminum, qui vix possit concipi, ita ut sit corpus mirum in modum dividuum. Naturâ ita dividuntur musci partes, ut granum odorem suum, ac inde suas partes, diffundat in cubiculo, vel scrinio clausso, ita ut per viginti annos maneant incommodè olfatum allicientes absque sensibili grani musci diminutione. Idem de ambrae particulâ dicas. Granum incensi ex Patre de Lanis cubiculum

replet latum et longum viginti pedibus, et decem et sex altum, septem millibus quingentis sexaginta millionibus particularum sensibilium, cum olfatum afficiant. Boyleo teste granum cupri dissoluti continet viginti duos mille septingentos octoginta octo milliones particularum visibilium. Ex Nolleti calculo granum croci vel carminii nongentis viginti unis millibus sexcentis aquae guttis tingendis sufficit. Muschembroekio teste filum factum fuit ex auri grano quingentis pedibus longum, quod dividi poterat in tribus millionibus sexcentis millibus particularum conspicuarum. Auri uncia ab auri Opificibus extendi potest ita, ut superficiem acquirat, quae decem et septem milliones ducentas triginta tres mille, nongentas viginti lineas quadratas complectatur. ¿Quid dicendum de animalibus, quae guttis aceti v. g. natant, quaeque microscopio inspiciuntur, quibusque fibrae sunt, muscula, sanguis, humoresque transpirabiles? ¡Quanta horum humorum partium tenuitas! ¿Quid de lucis mirabili diffusione? Illa per totum universum diffunditur, et nec Planetarum motus obtundit, nec per aërem vestigium relinquit, ipsum facillimé permeans. ¡Quam attenuatae ejus erunt partes!

¿*Et ultra hos terminos procedere potest divisio?* Cum instrumenta desunt, et cum divisae partes oculorum aciem fugiunt propter tenuitatem, facilé credimus adhuc in illis alias esse partes, quae separarentur, si sensibus essent subjectae. Utrum usque in infinitum haec mentalis divisio protendi possit, utrum in finitum: id est, utrum corpora ex inextensis constent, celebris illa est quaestio antiquitate notabilis, concertatorum numero, et animi calo-

re mirabilis. Aristotelicis, Atomistis, et Leibuitianis hanc provinciam ultro relinquimns, vel ad Metaphysicam quaestionem hanc relegamus, vel cum Cartessio clamamus: „Cave quaestiones de infini-„ to, nobis enim factae non sunt" vel cum Antonio Libes dicimus: „Tale est famosum problema de „ corporis infinita vel finita divisibilitate, quod á „ longissimis temporibus Physicos occupavit. Post „ longas molestasque discussiones eo sunt inventi, „ unde discussionem inchoantes, discesserant. Et „ licet resolutum fuisset problema, ejus solutio „ (audemus dicere) nec latum unguem scientiarum „ limites protendisset. Nec desunt cordati Physici, „ qui logomachiam, et lusum verborum hanc quaes-„ tionem esse contendant."/

CAPUT OCTAVUM

De attractione.

Articulus primus

De attractionis idea.

DIALOGUS DECIMUS QUINTUS

De attractionis natura, existentia et caracteribus.

¿ *Est alia corporis qualitas, quae cum extensione relationem habeat?* Attractio, quá ligantur partes, ut extensio corporis sit continua.

¿ *Quid est attractio?* Conatus corporum acce-

dendi ad invicem, vel ad aliquod punctum; quod centrum virium dicitur.

¿*Quotuplex est attractio?* Est vel generalis, vel particularis. Prima in corporibus omnibus invenitur: secunda aliquorum tantum est propria. De hac in speciali Physicâ disseretur. De generali loquuturi, praemittimus esse duplicem; inter magna nempe corpora, et inter parva; et utramque vel ad magnas, vel ad exiguas distantias. Una et eadem est attractio. Hae divisiones eam non multiplicant, cum dessignent attractionem diversis circunstantiis inspectam.

¿*Quinam primi attractionem in corporibus observarunt?* Antiqui Philosophi aliqui aliquam, sed subobscuram attractionis ideam habuerunt. Newtonus ita attractionis doctrinam illustravit, ita perspicué ejus leges sancivit, explicavit, communivit, ut jure et merito attractio Newtoniana attractio vocitetur. Attamen de ejus caussâ nil pronuntiavit. Effectum esse experimentis firmatum sustinuit. Et recté. De his enim primitivis corporum viribus caussa nulla cognoscitur, quo rejectos illos volumus, qui inter occultas Scholasticorum qualitates attractionem recensitam sustinuerunt.

DIALOGUS DECIMUS SEXTUS

DE EXISTENTIA, UNIVERSALITATE, ET ESSENTIALITATE ATTRACTIONIS.

¿*In omnibus corporibus est attractio?* Nempe. Est inter solida et fluida. Si liquoris alicujus guttulae satis vicinae ponantur, in unam majorem

guttam coeunt. Si fluidum paulisper é vase ejiciatur, guttulae in vasis labro pendent á portione fluidi nondum fusi tentae. Attrahuntur ergo partes fluidi, quod etiam globosa earum figura apertissimé comprobat.

Est attractio inter fluida et solida. Si digitus in aquâ mersus extrahatur, gutta pendens in extremo apparet sustenta. Si cristalli lamina superficiei liquoris applicetur, vim in separatione sentimus. Et ergo inter fluida et solida viget attractio.

Sed inter solida et solida. ¿Quid enim aliud adhaesio corporum complanatorum, et satis sensibili vi separatorum, probat? Nec ad pressionem circumambientis fluidi est confugiendum. Desagulierio siquidem observante, quadraginta librarum pondere separata sunt tracta corpora, quae sex libris separata fuissent, si unita tantùm constituissent aëris pressione; totidem siquidem pressioni huicce tantummodo respondebant. ¿Quid insuper aliud probat corporum, vel pendentium, vel descendentium juxta montes magnos ad montes accesio, à perpendicularique deviatio, ut, suspenso plumbo, juxta Chimborazum Americae montem observavit Bouguerius, et juxta Schalienum Scotiae observavit Maskelinus, nisi solidorum attractionem? ¿Quid itidem aliud probat acuum calibis aquâ natantium, et valde distantium accesio, et accesio laminarum, natantium etiam, stagni, aeris, ligni, aliorum corporum quorumcumque, et vel navium magnarum tranquilo mari, quarum accesionem et attractionem observavit, et tradidit Massarredus ille maritimarum virium Hispaniarum Praefectus? ¿Quid de-

num aliud astronomicae illae notissimae observatio-nes comprobant, quibus constat circa Solem Planetas, circa Planetas Satelites, circa Terram Lunam girari, qui girus explicari nequit, nisi illa corpora mutuó attrahantur? Attrahuntur ergo mutuó et haec solida, et illa solida et fluida, et alia fluida inter se. Omnia ergo corpora attrahuntur. Attractio igitur universalis est materiae proprietas.

Dictis adde quod attractio una dicenda est ex legibus, quibus Mundus subjicitur. Ni attratio esset in corporibus omnibus, corpora, et partes corporis, vel minima vi in conflictibus separarentur, et nulla esset continua extensio, cum nullum esset partium, corporumque ligamen. Induceretur chaos, vel essent corpora; sed non corpora, quae in hoc Mundo cognoscimus.

¿ *Attractio est corporibus essentialis* ? Abs dubio essentialis videtur dicenda. Nam nihil corporibus essentialius, quam leges illae, quibus et Mundus, et corpora omnia subjici debent, ut sint quod sunt, et non aliud. Talis autem attractio est, prout proximé statuimus. Praeterea, omnia corpora sensibilia sunt extensiones continuae, de quarum essentia est, ut sint unitae ita, ut inter partes aliae partes interponi nequeant, quae unio est in corporibus essentialis. Ergo attractio illis tam essentialis erit ac extensio, quia haec sine illâ haberi nequit. Si attractio partes non unit et ligat ¿quid ligat et unit? ¿ Fluidum ambiens? Ast, cum hoc extensum sit, pariter quaeremus ¿quid partes fluidi hujus unit? Si fluidum aliud, idem de ipso quaeremus. Tam ergo essentialis est corporibus extensio, quam attractio.

DIALOGUS DECIMUS SEXTUS

De legibus attractionis.

¿ Quot sunt attractionis leges? Duae sunt leges juxta Newtonum, quibus attractio subjicitur. Sed antequam illas commemoremus, haec credimus praemittenda. In omni vi consideranda est vis ipsa, et effectus, quem producit. Agere potest vis, quin totum, qui illae respondet, producat effectum, si sunt aliqua, quae obstent vel varient effectus. Tunc autem, licet effectus variet, vis variari non est dicenda. His suppositis prima lex esto, quae respicit vim attractionis. „ Attractio est quantitati materiae „ corporum proportionalis, vel attractio est in ra- „ tione directa massarum: id est, crescit attractio „ proportione eâ, quâ crescit numerus corporis par- „ ticularum." Idque propterea, quia, cum attractio sit universalis materiae proprietas, omnibusque competat partibus, eodemque gradu, quia est etiam essentialis, nequit ipsarum numerus augeri, quin eâdem proportione augeatur attractio.

Attamen effectus videtur huic legi non respondere; id est, licet attrahens corpus juxta legem attrahat, in attracto minor videtur effectus. Clarius: corpus, cujus una sit pars, attrahit ut unum, et effectus in attracto est ut unum. Corpus duabus partibus constans ut duo attrahet, sed in attracto effectus est duo minor: id autem accidit, quia duae vires attrahentes duarum partium in aliquo destruuntur, utpote ad angulum junctae agentes, ut patebit ex doctrinâ de virium compositione et resolutione, quae 17 figurâ veniet explicanda.

Legem secundam dicito. „ Attractio quoad ef„ fectum est in ratione inversa quadratorum dis„ tantiae: id est, eâ ratione minuitur attractio, quâ „ crescunt distantiae quadrata, eâque ratione cres„ cit, quâ ipsa quadrata minuantur." Id ita esse veré probatur ex eo, quod usque ad evidentiam demonstratum sit ita agere vires, quae ex circumferentiâ aliquâ ad centrum, vel ex centro aliquo ad circumferentiam diriguntur; minuuntur enim ratione, quâ crescit circumferentia respectu radii, qui distantiam signat: et crescunt ratione, quâ minuatur circumferentia respectu radii. Ast circumferentiae sunt in ratione inversâ quadratorum radiorum. Nunc, attractio vis est, quae in aliquo centro unita, et considerari debet, et est, ex quo versus puncta circumferentiae agat. Quod apertissimè in globulo conspicitur, v. g., qui á superficie aliquâ attrahatur, qui non ad extrema, nec ad alia puncta, sed ad medium veniet, licet ab extremis, ab aliis puncti, et á medio solicitetur.

Articulus secundus

De affinitate.

DIALOGUS DECIMUS SEPTIMUS

De affinitatum notione, existentia et generibus.

¿ *Quomodo vocant Physici attractionem, quae reperitur inter corporis partes?* Attractionem molecularem, seu affinitatem.

¿ Quotuplex est affinitas? Multiplex, nomina sumentes eae á phenomenis, quae producunt variae affinitates; sed ad tres reduci possunt, simplicem, complexam, et electivam.

¿ Quid est affinitas simplex? Illa, quae exercetur inter duas substantias simplices, vel compositas, dummodo in iis componentia principia non agant nisi per vim collectivam. Si illae duae substantiae sunt ejusdem speciei, totum homogeneum producitur, quod partes habet fortiús vel debiliús ligatas pro majori vel minori attractionis energiâ. Hoc videtur in frusto marmoris, sulphuris, &c. Si substanciae sunt diversae speciei, varia oriuntur pro diversa attractionis intensitate phoenomena. Si oleum super aquam verto, non miscentur, sed aqua inferiús, oleum superiús collocatur pro gravitatum specificarum diversitate. Si in aquam frustrum sachari injiciam, hoc, quia aquâ gravius, discendit; sed statim disparet, et aqua diafanitatem non amittit. Ergo intimé et uniformiter uniuntur aquae sacharique moleculae; sed haec unio maxima non est, quia quaelibet substantia post unionem suas praecipuas proprietates conservat, et tunc aggregatio vocatur mixtio, vel simpliciter unio.

Evaporatio, id est, dissolutio aquae in aëra, et vaporizatio, id est, dissolutio aquae per caloricum, sunt phoenomena anteriori similia. Ast, si maxima est unio, duarum substantiarum proprietates disparent, ut videtur dum ad contactum veniunt alkalina et acida. Unio harum substantiarum salem producit, quo substantiarum mixtarum non apparent proprietates. Tunc dissolutio vocatur combinatio.

¿Quid est affinitas complexa? Illa, quae reperitur inter substantias attractione simplici conjunctas, et tertiam alteram substantiam, quae accedat. In aqua sale marino satura, quando cum sacharo, nitro, vel aliis salibus copulatur, videtur haec affinitas.

¿Quid est affinitas electiva? Illa, quâ composito ex duabus substantiis accedit corpus, quod cum una ex componentibus majorem habet affinitatem, quàm habent inter se duae componentes. Sic videtur quando injicimus acidum sulphuricum in solutionem muriati Baryti. Liquor turbidus apparet, et alba materia ad vasis fundum praecipitatur. Acidum muriaticum Barytum attrahit, ast, superveniens acidum sulphuricum, quod magis quam muriaticum Barytum attrahit, unit ad se Barytum, illud separans â muriatico, et versus fundum hae duae substantiae unitae praecipitantur. Huic affinitati debentur omnes chimicae praecipitationes.

DIALOGUS DECIMUS OCTAVUS

De affinitatum legibus.

¿Affinitates sunt vires ab attractione diversae, an istiûs modificationes? En quaestio, quae cruci celebriores affixit Physicos. Sunt, qui, effectus videntes ab effectibus attractionis diversos, affinitates vires credant ab attractione diversas, et nituntur vel ipsa lege, quam moleculis sancivit Newtonus.

¿Quaenam est haec lex? „Attractio minima-

„ rum corporis particularum est in ratione plusquam „ duplicata inversa distantiarum." Propterea haec lex á Newtono sancitur, quia in contactu attractio particularum est maxima: ad distantias vel non magnas penitús evanescit. Ast sensibilis foret, si sequeretur duplicatam inversam distantiarum rationem. Concludunt ex hac lege plurimi diversas esse vires, quarum una est in ratione duplicata inversa distantiarum, ut attractio, et alia in ratione plusquam duplicata, ut affinitas.

¿ *Non est recta talis conclusio?* Buffonus, Bergman, Macquer, Morveau, et Chavaneau contraeunt, quorum audias rationes. Cum corpus aliquod in sphaeram attrahentis corporis ingreditur, in primam particulam illius prima hujus operatur; post, cum accedit, duae partes attrahentis in primam attracti, et una in secundam operatur. Postquam accedat magis, tres corporis attrahentis partes in primam attracti, duae in secundam, una in tertiam agit, sicque deinceps. Licet ergo quaelibet pars agat in ratione duplicata inversa, effectus, qui erit summae virium agentium proportionalis, majorem necesarió rationem sequetur.

Ex his deducitur et corporis densitatem, et figuram in attractionem influere: Corpus enim rotundum v. g. in primo accessûs tempusculo minorem particularum numerum in sphaeram attrahentis corporis immittit, quam corpus cubicum. Idem dicendum est de corpore densiori respectu rarioris. Potest ergo intelligi, quod licet attractio secundum suas leges agat, producere valet affinitates, quae in effectu aliam legem servent. Quod, si objiciatur idem accidere debere in corporibus magnis, quod in mi-

nimis corporis particulis, respondet Bergman corpora vel magna ut astra, respectu distantiae, ad quam collocata sunt, haberi posse tamquam puncta; ac propterea attractionem esse ut inter punctum et punctum: eorum vero, quae propinqua sunt, longe aliam esse rationem; etenim non solúm totius, sed partium quoque figura, et situs attractionum effectus magnopere variare efficiunt.

¿*Quid hac super re sentiendum?* Naturam esse in operando simplicem. Si ligat attractione corpora; ¿quare eâdem partes non ligabit? Id dicere effectus vetant, respondebis; circumstantias viribus attractricibus comitantes non vires diversas, sed effectus diversos et varios producere; reponam cum praelaudatis Physicis. Ut diversas esse vires attractiones et affinitates asseramus, pronunciantes contra simplitatem Naturae, apertissima necessitas nos deberet cogere, quae certé impraesentiarum non cogit. Fatear aliquid me in Buffoni Teoriâ desiderare; sed id non vetat, quominus ejus sententiam contrariâ judicem probabiliorem.

Animadvertas oro me ita esse loquutum, ut credere possis attractionem non esse conatum corporis eundi ad alind, sed tractionem corporis á corpore. Effectus idem esset in utroque cassu, sed faciliús capitur ille, qui attractionem velut tractionem exprimat, licet revera sit conatus eundi.

DIALOGUS DECIMUS NONUS

Animadversiones circa leges attractionis, et circa vim repulsivam.

¿ Quomodo attractio essentialis est, si leges, quibus subjicitur, supponunt esse nunc majorem, nunc minorem? Leges attractionis, quae variam eam esse supponunt, non de vi attractionis, sed de effectu attractionis loquuntur. Quaelibet pars corporis eodem semper modo operatur; sed, si ita locatae partes sunt, ut vires earum aliquomodo opponantur: si corpus tractum se nunc pluribus, nunc paucioribus attrahentis partibus exponit, ¿ quid mirum si variat effectus, licet constans sit vis? Idem dicendum quoad repulsivas vires.

¿ Quid est vis repulsiva? Conatus corporum aliquorum recedendi ab invicem, ut videtur in Mercurio, cui ferreus aliquis globulus immitatur. Apparet circa globulum quaedam cavitas. Ergo globulus repellit Mercurium. Si globulus vitreus pinguedine tinctus in aqua ponitur, superficiei globuli aqua non adhaeret. ¿Si essentialis est attractio, quomodo corpori alicui inest vis repulsiva? dices; Haec repulsio oritur ab attractione majori, quam exercet corpus unum, si cum alio corpore comparetur, ac proinde repulsio est attractionis effectus, quo videtur corpus aliquod fugere ab eo, quod minus attrahit, ut accedat ad aliud, quod magis attrahat pro ratione figurae, densitatis, vel aliarum caussarum. Aliquas de affinitate loquentes commemoravimus.

CAPUT NONUM

De vi inertiae

DIALOGUS VIGESSIMUS.

De notione, existentia et caracteribus inertiae.

¿ *Postquam de qualitatibus, quae cum extensione relationem habent, verba fecisti, quas insequeris?* Quam cum mobilitate relationem habet, ut est inertia.

¿ *Quid est inertia?* Vis, quâ fit, ut corpus suum statum conservet, atque resistat viribus, quae illius statum mutare pertentant.

¿ *Quid ex hac deffinitione deduces?* Si corpus conservat statum suum, et resistit viribus illum turbare conantibus, corpus non potest sibi inducere mutationem; si inertia non resistit nisi statum corporis turbantibus, dici potest vis pasiva, non quia non agat, sed quia non agit, nisi excitetur.

¿ *Omnia corpora habent inertiam?* Habent: omnia enim corpora suam magnitudinem, figuram, quietem, motum, status caeteros conservant, nisi veniat caussa extrinseca illos mutans. Ergo si non veniret, semper ii status conservarentur. Item: nulla caussa potest corporis statum mutare, nisi ejus resistentiam superet. Propterea vis ut duo non potest movere corpus massam habens ut quatuor. Et si corpus vi ut quatuor moveatur, non potest detineri á vi ut duo. Insuper: si corpori, ut quatuor

moto, ocurrat corpus motum ut octo, post ictum motus manet ut quatuor. Ergo pars motus amissi probat corpora ad servandum statum resistere.

Praeterea: inertia est una ex legibus primariis, quibus subjacet Mundus. Eâ remotâ induceretur chaos, vel corpora essent diversa ab iis, quae sunt. Nam vis vel minima turbare omnia corpora posset, movere quieta vel magna, et detinere mota.

¿Inertia est corporibus essentialis? Est, quia lex primaria, ut diximus. Deinde nec crescit, nec minuitur, nec ab ullo alio attributo nascitur. Propterea est quantitati materiae proportionalis. Nam quaelibet pars inertiam habet, et eodem gradu ac alia aequalis pars. Ergo, quo major sit, vel minor numerus partium in corpore, eo major, vel minor erit inertia.

DIALOGUS VIGESSIMUS PRIMUS.

CONFIRMATIO EXISTENTIAE VIS INERTIAE.

Cum frustra fiunt per pauca, quae fieri possint per panciora, si in corpore aliquid est, quod effectus inertiae à te tributos producat, inertia superflua est. Quod corpus quietum non moveatur, debetur carentiae impetûs. Hoc verum fortasse, si corpus motui non resisteret.

Resistit ob soliditatem Neutiquam. Hâc exigit corpus, ut aliud in loco, quem occupat, non apponatur, ipso ibi existente. Verum appetit non hunc, vel alium locum, sed quemcumque, dummodo ab ipso solo occupetur. Hoc consequitur

statim ac coram premente progreditur. Non resisteret ergo, si non haberet inertiam, qua motui ressistit, ac inde appetit in loco in quo actu est, permanere.

Ressistet á gravitate. Et, ¿quare, rogo, corpus filo suspensum, atque adeo gravitate impeditâ, ressistit? ¿Quare, si conspirans gravitati corpus aliquis premat validiori velocitate, quam quae à gravitate exercetur, ressistentiam sentit?

Ressistet corpus ob plani, super quod movetur, scabritiem. Tunc non ressisteret filo suspensum, vel si per politum planum illud faciamus moveri, essetque resistentia nunc major, nunc minor, pro majori vel minori plani scabritie, cum illa, de qua sermo, sit massae exactissime proportionalis. Deinde, major est in corpore resistentia, observantibus Physicis, quàm quae scabritiei plani tribui valet.

Corpus quod movetur ressistit ab impetu, quem habet, communicato. ¿Et quâ de caussa, peto, vel cessante impetu hoc, in homine rhaeda vecto antrorsum adhuc fertur, illa quiescente: et, si illo brevi temporis intervallo, quod est inter rhedae et hominis quietem, manu ipsum sustinemus, resistit?

Vel motum denique, vel quietum corpus á materia circumambiente habet ut ressistat. Ergo iners erit circumambiens materia. ¿Quare non omnia corpora? Ergo in vacuo boyleano corpus nec motui, nec quieti ressistet.

CAPUT DECIMUM

De mobilitate.

DIALOGUS VIGESSIMUS SECUNDUS

De mobilitatis notione, motu, et quiete, et necessariis ad motum.

¿Quid est mobilitas? Aptitudo ad motum.

¿A quo provenit mobilitas? A limitatione virium corporis, quae motui ressistunt. Propterea illae vinci possunt. Ergo omnia corpora sunt mobilia.

¿Quid est motus? Transitus corporis de loco ad locum sive ex toto, ut in motu translationis, vel ex parte, ut in motu rotationis.

¿Quot sunt termini in motu? Tres: ille à quo corpus recedit, ille per quem transit, et ille ad quem pervenit.

¿Quid est quies? Motûs privatio, sive permanentia corporis in eodem loco

¿Quot sunt in omni motu distinguenda? Sex: Corpus nempe quod movetur, et dicitur mobile: spatium, per quod movetur: directio juxta quam movetur, id est, linea, juxta quam mobile progreditur, ex cujus varia possitione motus dicitur obliquus, parallelus, perpendicularis &c. Tempus, quo motus durat: velocitas, seu celeritas; et demum vis, quae motum producit.

De massa corporis, mobili, et spatio supra dixisti. De directione nihil suppetit quarendum,

¿*ergo quid est tempus?* Vox tempus exprimit ideam rerum ordine sibi sine interruptione succedentium. Ideam temporis efformamus, dum inspicimus corpus motum succesivè ex loco transiens ad locum. Hinc est quod in motu mensuram temporis quaerimus. Ut illam exactam haberemus, inveniendum erat corpus, cujus motus semper aequè rapidus fuisset. Cum in Naturâ non inveniatur, selegimus illud, quod magis tali aequalitati est proximum, et tempus metimur per diurnum illum motum, qui nobis apparet in Sole, sumentes pro unitate durationem revolutionis, quae apparet in Sole circa Terram.

¿*Quid ergo est duratio?* Coexistentia pluribus ordine sibi succedentibus. Sic lectio v. g. eo magis durare dicitur, quo pluribus sibi succedentibus horologii oscilationibus coexistit, quibus oscilationibus, respondentibus Solis apparentibus revolutionibus, tempus metimur. Ergo duratio est relatio ad tempus.

¿*Quid est velocitas?* Est relatio spatii descripti ad tempus interea elapsum. Si ergo Petrus milliarium, v. g. Paulus duo milliaria una in hora percurrunt, Paulus majorem habet velocitatem.

DIALOGUS VIGESSIMUS TERTIUS

De vi.

¿*Quid est vis?* Quid sit nescio. Quid faciat scio. Vis ergo mihi est illud, quidquid sit, quod motum producit. vel nititur producere, vel re-

sistit, seu frangit impetus. Si velis, est facultas corporis ad agendum, vel ad frangendum alterius impetum.

Ultimam deffinitionis partem non omnes Physici ingerunt. Meo judicio errant. Vis namque non frangitur nisi vi. Soliditas autem v. g. et inertia frangunt impetus. Ergo sunt vires. Illae autem motum nec producunt, nec nituntur producere, sed tantùm frangunt impetus, vel resistunt. Ergo erit etiam vis illud, quod tantùm ressistat. Praeterea, dum corpus motum ut quatuor in aliud quietum impingit, resistens pro ratione massae ut duo, motus, qui manet, habetur substrahendo ressistentiam ut duo á motu vel vi ut quatuor. Quantitatès autem haeterogeneae substrahi nequeunt. Ergo resistentia est vis. Nollem cum Libes decertare. Amicus ille; sed magis amica veritas.

¿Quotuplex est vis? Viva, et mortua. Prima motum producit, secunda nititur producere.

¿Est in Natura vis revera mortua? Minimé. Quae dicuntur mortuae, sensibilem motum non producunt, quia illarum impulsus est admodum tenuis, vel movendi corporis massa est ingens, inter cujus partes divisus impulsus motum tam parvum producit, ut non sentiatur. Homo pede percutiens Terram impulsum Terrae communicat inter omnes ejus partes dividendum ¿Quisnam visibilis motus orietur?

DIALOGUS VIGESSIMUS QUARTUS

DE VARIIS MOTUS, QUIETIS, ET VELOCITATIS GENERIBUS.

¿Quotuplex est motus? Absolutus, sive verus, et relativus, sive apparens: communis, et proprius: aequabilis seu uniformis, et inaequabilis seu variabilis: acceleratus, et retardatus: uniformiter acceleratus, et uniformiter retardatus: simplex, et compositus: reflexus, et refractus.

¿Quid est motus absolutus? ¿quid relativus? Primus est mutatio loci absoluti, sive vera mutatio partis spatii: secundus est mutatio loci relativi, sive mutatio respectu corporum circumambientium.

¿Quid est motus communis? ¿quid proprius? Primus est cum corpus ab alio transfertur, veluti in homine, cum rhacdâ vehitur. Secundus est, quo corpus se ipsum transfert, aut vi intrinsecà, ut animal, aut vi ab extrinseco acceptâ, ut lapis projectus.

¿Quid est motus aequabilis? ¿quid inaequabilis? Primus est, quo corpus aequalibus temporibus aequalia spatia percurrit. Secundus viceversa.

¿Quid est motus acceleratus? ¿quid retardatus? Primus est si spatia continuó augentur. Secundus si minuuntur. Si primo uniformiter spatia augeantur, hac v. g. progressione 1, 3, 5, 7, 9 &c. motus est uniformiter acceleratus: si secundo spatia uniformiter minuantur, motus dici-

tur uniformiter retardatus, ut in numeris 9, 7, 5, 3. 1.

¿*Quid est motus reflexus?* Regresio corporis ab obstaculo, ut accidit in pila projecta ad parietem, cum ex ea regreditur.

¿*Quid est motus simplex? ¿quid compositus?* Primus, qui ab unica vi efficitur: secundus qui á pluribus.

¿*Quid est motus refractus?* A priori semita deviatio.

¿*Quotuplex est quies?* Absoluta, et relativa. Prima est permanentia corporis in eodem loco spatii; secunda est permanentia in eadem relatione cum corporibus circumstantibus.

¿*Quotuplex est velocitas?* Duplex. absoluta, et relativa. Absoluta est, quam corpus habet in se spectatum· relativa illa, quâ duo corpora sibi invicem viciniora, vel remotiora fiunt.

DIALOGUS VIGESSIMUS QUINTUS

De vis, motus, velocitatis, spatii et temporis aestimatione.

¿*Quomodo aestimantur vires?* Cum eas non nisi ab effectibus cognoscamus, per effectum, motum nempe productum, vel extinctum, eas aestimare possumus. Tam magna ergo est vis movens, quam magnus sit motus productus. Tam magna erit vis resistens, quam magnus sit motus, quem extinguit.

¿*Quomodo aestimatur motus quantitas* Est ut productum velocitatis in massam ductae. Motus

namque est translatio de loco ad locum. Ergo, quo major sit velocitas, vel minor, major vel minor erit translatio. Cum plures vel pauciores sint partes, corporis, eo major vel minor erit translationum numerus, ut patet. Cum autem, moto corpore, omnes partes aequali velocitate ferantur, habebitur translationum summa, repetendo velocitatem partis unius toties, quot sint numero partes. Hoc est multiplicare velocitatem per massam. Ergo velocitatum summa, seu motus quantitas, habetur ducendo velocitatem in massam.

¿*Quomodo aestimatur velocitas?* Est ut quotus exurgens ex divissione quantitatis motûs per massam. Propterea quantitas motus est directè ut velocitas, et velocitas inversè ut massa. Hoc deducitur ex iis, quae diximus loquentes de massa, volumine et densitate. Deducitur etiam quantitates motus, sive momenta duorum corporum, esse inter se in ratione composita velocitatum atque massarum. Momenta massarum aequalium esse inter se ut velocitates: Momenta corporum aequalium celeritate esse ut massae: Momenta duorum corporum habentium celeritates cum massis reciprocas esse inter se aequalia.

¿*Quomodo aestimatur in motu aequabili spatium?* Multiplicando velocitatem per tempus. Nam, cum corpus uniformiter movetur, prima temporis parte velocitatem habet aequalem iis, quas habet caeteris partibus temporis. Ergo repetendo primam velocitatem toties, quot sint temporis partes, quod est multiplicare velocitatem per tempus, habebitur velocitatum summa, cui spatium percursum exactissimè et necessario respondet, quia

nullum est, si nulla, majus, si major, minus, si minor velocitatum fuerit summa.

¿Quomodo aestimatur velocitas, et tempus? Ex factorum et producti naturâ expositâ, dum loqueremur de quantitate materiae, deducitur velocitatem esse ut quotus spatii per tempus divissi: tempus ut quotus spatii divissi per velocitatem: spatium se habere directè ut tempus, et velocitas, haec directè ut spatia, et inter se inversè. Deducitur etiam in duobus vel pluribus corporibus comparatis aequabiliter motis spatia aequalium temporum esse ut celeritates: spatia aequalibus celeritatibus descripta esse ut tempora: spatia inaequalium temporum et celeritatum esse in ratione composita celeritatum et temporum: spatia esse aequalia, si velocitates et tempora sunt reciproca.

Omnia, quae diximus de aestimatione quantitatis motûs, massae, et velocitatis, et de aestimatione spatii, velocitatis, et temporis comprobantur, eodem modo ac diximus de massa, volumine, et densitate loquentes, exemplo rectanguli, cujus area repraesentet motûs quantitatem, basis massam, altitudo velocitatem: vel repraesentet area spatium, basis velocitatem, altitudo tempus.

¿Quomodo aestimatur velocitas relativa? Cum motum corpus accedit ad quietum, vel ab eo recedit, est aequalis absolutae velocitati, quia tantum accedit, vel recedit, quantum movetur. Cum duo corpora ex oppositis partibus accedunt ad se, vel recedunt, velocitas relativa est ut summa velocitatum absolutarum, quia tantum accedunt, vel recedunt, quantum ambo moventur.

Cum corpus aliud insequitur eâdem directione segnius motum, velocitas relativa est ut differentia velocitatum absolutarum, quia tantum velocius accedit ad tardius, quantum isti excedit velocitate.

DIALOGUS VIGESSIMUS SEXTUS.

De generalibus motus legibus.

¿*Quot sunt leges generales motûs, vel quibus omnis motus subjicitur?* Tres: et vocantur Newtonianae, quia á Newtono scriptae et conformatae. Prima: „ Omne corpus perseverat in suo „ statu quiescendi, vel movendi, eâdem celeri- „ tate, et secundum eamdem directionem, nisi á „ caussa externà statum suum mutare cogatur." Nam omnes status corporis conservantur ab inertia. Sed motus, quies, celeritas et directio sunt status corporis. Ergo conservantur, nisi ab externo deturbentur.

¿*Quid ex hac lege deducis?* Motum omnem esse initio sui rectilineum. Curva enim omnis est pars polygoni infinitorum laterum. Si corpora aliquando curvam describunt, fuerit mutatio in viribus impellentibus, ut postea demonstrabimus.

Profer legem secundam. „ Mutatio motûs est „ vi, à quà pendet, proportionalis, fitque se- „ cundum rectam lineam, quà vis illa imprimi- „ tur." Nam, quoad primum: motus est effectus vis, à quà producitur. Ergo caussae proportionalis ex Physico axiomate. Quoad secundum: motus initio sunt rectilinei. Ergo motus produc-

jus à vi, cum nulla caussa perturbans adveniat, secundum lineam rectam fit.

¿*Quid ex hac lege deducis?* Vim duplam duplum, triplam triplum effectum producere: quiescere corpus, cum ab aequalibus viribus oppositis simul urgetur, vel quando contrariam suo motui et aequalem vim offendit: corpus quiescens, si inaequalibus viribus oppositis simul impellatur, moveri juxta directionem potentioris, et motus erit ut excesus majoris supra minorem: in corpore moto, cui accedat aliud majori motu actum juxta eamdem viam, augeri motum in ratione vis applicatae: si vis nova fuerit primo motui contraria ac minor, substrahendos esse à primo motûs gradus aequales contrariae et minori: si fuerit major, regredi in contrariam partem motu aequali excessui vis majoris supra minorem.

„ *Tertiam legem dicito.* Tantum motus, vel „ vis, corpus percutiens amittit, quantum per- „ cussum lucratur, vel, quod in idem recidit, „ actioni aequalis est, et contraria reactio." Id quotidianâ experientiâ docetur, et, dum de corporum collisionibus agamus, invictissimé demonstrabitur. Ratio id suadet. Nam corpus motum versus aliud agens vim habet vel ad motum prosequendum, si non impediatur, vel ad tollenda obstacula, si impediatur. Corpus quietum resistit motui, quod idem est, ac si haberet vim ad motum, vel ad obstacula tollenda versus illam plagam, ad quam resistit. Omnia ergo corpora vim habent ad tollenda obstacula motûs. Nunc, corpus agens obstaculum est tollendum.

Ergo in ipsum et contra ipsum agit corpus, quod actionem illiús patitur. Et tantum agit, quantum impellitur, quia, quantum impellitur, obsistitur. Cum autem resistat, vel reagat solùm ad tollendum obstaculum, nec plus, nec minus resistet, quam quod sit necessarium ad obstaculum tollendum, id est, quantum agens opprimat corpus. Actioni ergo aequalis est et contraria reactio.

Ut dictum est in corolariis superioris legis, dum vires sunt contrariae, aequales gradus, dum una contra alteram operatur, utraque amittit. Ergo quia tantum agit una contra aliam, quantum haec alia contra primam reagit. Deinde experientia id docet infinitis Naturae phoenomenis. Unum tantum exponere satis sit. Si corpus unum versus alterum operetur vi aequali; si, antequam ad contactum veniant, inter ipsa obstaculum intromittamus, obstaculum sustinetur sola vi corporum unum contra alterum nitentium. Ergo obstaculum premitur.

DIALOGUS VIGESSIMUS SEPTIMUS

De virium ac motuum compositione et ressolutione.

¿Quot modis opprimere possunt corpus vires, quando plures sunt? Vel versus eamdem omnino plagam, et dicuntur conspirantes, vel ad plagas omnino contrarias, et dicuntur oppositae ex diametro, vel suis directionibus angulum efformant, et dicuntur ad angulum junctae. Hae vi-

res nec omnino conspirant, nec omnino opponuntur. Tales sunt vires A D, A G, figura 1ª Angulus, quem efformant, ut G A D in eâdem figurâ, dicitur angulus directionis.

¿Quid accidet in viribus conspirantibus et omnino oppositis? In carollariis legis motûs secundae id docuimus.

Loquamur de viribus ad angulum junctis.

* Si dos fuerzas, que con su direccion forman angulo, impelen á un cuerpo, irá este con un movimiento compuesto por la diagonal de un paralelogramo formado por las dos líneas, que espresan las fuerzas impelentes, y las otràs dos correspondientes para completar el paralelogramo, y se correrá esta diagonal en el mismo tiempo, que se corriera cualquiera de los dos lados, si obrase solo una fuerza. (Figura 1ª)

Quando la fuerza A D y A G juntas en el angulo en A oprimen al cuerpo A, A D so-

---

* *Quotidiana et diuturna experientia nos docuit Juvenes, vel non capere, vel improbo et longo labore capere geometricas, quas in rebus physicis adhibemus demonstrationes, si latino idiomate fiant, vel memoriter eas recitare, quinsensum assequi possint. Dificultati rerum capiendarum iis accedit alia, et non parva, intelligendis plurimis vocibus vel in se exoticis, vel Juvenibus ipsis nunquam auditis. Ab hac saltem difficultate eos faciamus liberos patrio idiomate nostras geometricas demonstrationes facientes.*

licita tres cosas: desviar de A al cuerpo la porcion A D; que llegue precisamente á D; y que esto sea en tres minutos, v. g. La fuerza A G solicita desviar de A al cuerpo la porcion A G; que llegue precisamente á estar en G; y que esto sea en los mismos tres minutos v. g. Al obrar, pues, juntas, han de conseguir todo lo que solicitan, menos aquello que por el mero hecho de obrar juntas sea imposible. Que vaya el cuerpo precisamente al punto D en tres minutos, como quiere la fuerza A D, y que en los mismos tres minutos vaya á estar en G, como quiere la fuerza A G, es imposible, porque no puede un cuerpo mismo estar á un tiempo en dos lugares. Si en los mismos tres minutos viene el cuerpo á estar en el punto N, habiendo corrido por L y por M, han conseguido ambas fuerzas lo que solicitaban, porque N G es igual á A D por lados opuestos de un mismo paralelogramo; y por tanto dista el cuerpo del punto A una porcion igual á A D. Lo mismo se puede decir de la fuerza A G. Y el que esté el cuerpo al fin de los tres minutos en N no tiene inconveniente, ó no hay quien lo estorbe. Es asi que A L, L M, M N, componen la diagonal del paralelogramo formado por las fuerzas A D y A G y las líneas G N, D N, que completan dicho paralelogramo; y dicha diagonal se ha corrido en los tres minutos mismos, que se hubiera corrido el lado A D ó el lado A G, obrando solo una fuerza. Luego si dos fuerzas, que con su direccion forman ángulo &c.

De otra manera: Supóngase que la línea

A D es un canal, por donde un cuerpo corre en tres minutos, v. *g.*, de modo que en el primero esté en B, en el segundo en C, y en el tercero en D. Supóngase tambien que el canal se lleve, sin inclinarse á lado alguno, de arriba abajo por la línea A G, de modo que la corra en los mismos tres minutos, estando en el primero sobre la línea F, en el segundo sobre la Y, y en el tercero sobre la G N. El cuerpo estará en el primer minuto en L, habiendo estado sucesivamente por toda la línea A L; estará en el segundo minuto en el punto M, habiendo pasado sucesivamente por todos los puntos de la línea L M, y últimamente se hallará en el tercer minuto en N, despues de haber corrido sucesivamente por todos los puntos de la línea M N. Es asi que las tres líneas A L, L M, M N, que ha corrido el cuerpo en los tres minutos llevado por las dos fuerzas, componen la diagonal A N del paralelogramo A G N D formado por las líneas A D y A G, que espresan las fuerzas impelentes, y por las otras dos G N, y D N, que completan el paralelogramo: y la corrió en el mismo tiempo, que hubiera corrido por A D, ó A G, si hubiese obrado cada fuerza de por sí. Luego si dos fuerzas juntas en angulo &c.

Propositionem, quam demonstravimus, experientia confirmat. Si antrorsum et ad latus eburneam pilam super planum positam eodem tempore malleis premimus, diagonalem efformat. Si flumen rapidum homo navi velit trajicere ita, ut non ad punctum veniat, quod coram se habet, sed ad

aliud hoc inferius, non ad hoc punctum, sed ad primum remorum vim dirigit, ut per diagonalem ad scopum feratur, supponendo laterales vires esse vim fluminis unam, aliam vim remorum: sexcenta alia mitto.

¿Que se deduce de la proposicion que se acaba de demostrar? Varias cosas. 1ª La diagonal es siempre mayor que qualquiera de los dos lados del paralelogramo. Ademas, en el movimiento uniforme las velocidades son como los espacios corridos en igual tiempo. Esto supuesto, corriéndose la diagonal A N en el mismo tiempo que el lado A D, ó A G, es claro que la velocidad del movimiento compuesto, comparada con la que lleve el cuerpo por cualquiera de los lados del paralelogramo, es como la diagonal al lado, y por lo tanto mayor que la que habria, corriendo un lado.

2ª Dadas las celeridades y el ángulo, en que se juntan las fuerzas, puede determinarse la celeridad y direccion en el movimiento compuesto por dos fuerzas juntas en ángulo. Porque, segun el párrafo anterior, en conociendo la diagonal, está conocida la celeridad y direccion. Mas esta diagonal se conoce, dadas las fuerzas y el ángulo, completando el paralelogramo, y tirando su diagonal. Asi, dándome A D, y A G, y el ángulo A, tiro la línea G N, y D N y la diagonal A N, que es la que buscaba.

3ª La velocidad del movimiento compuesto, producido por dos fuerzas juntas en ángulo, está en razon inversa del ángulo de direccion. (Figura 2ª) Si las fuerzas A C, y A B impelen

á un cuerpo, irá este con un movimiento compuesto (por lo demostrado en la 1ª) por la diagonal A D, y esta diagonal representará la velocidad, que es como los espacios corridos en el mismo tiempo. Y efectivamente en el mismo tiempo se corre dicha diagonal, que el lado A C, ó A B, obrando sola la fuerza A C, ó la A B. Si las dichas dos fuerzas A C, y A B, se acercan mas y se representan por A F, y A C, irá el cuerpo por la diagonal A E, y ella representará la velocidad por lo ya dicho. Es asi que la diagonal A E es mayor que la A D, porque se opone al angulo obtuso en D formado por las dos líneas A D, y D E; y la diagonal A D es menor por opuesta á el ángulo agudo en E, formado por las dos líneas A D y D E: y es asi ademas que la velocidad por la diagonal mayor A E fué producida por dos fuerzas juntas en ángulo menor, pues es agudo, y la velocidad por la diagonal menor A D fué producida por las mismas dos fuerzas A B y A C, juntas en ángulo mayor en A, pues es recto. Luego la velocidad del movimiento compuesto &c.

4ª Dos fuerzas, que obran juntas en ángulo, producen una que es menor que la suma de las dos producentes, puesto que la fuerza producida, que se espresa por la diagonal, es menor que los dos lados juntos, que espresan las fuerzas producentes. Asi es que A D es menor que B A mas A C. (Figura 2ª)

5ª El movimiento compuesto, en cuanto á sus efectos, se puede considerar como simple, y

el simple como compuesto. Si la fuerza A D oprime á un cuerpo, correrá este con un movimiento simple la diagonal (Figura 2) A D. Si lo oprimen A B, y A C, irá con un movimiento compuesto por la diagonal A D. Luego el movimiento simple en cuanto á sus efectos se puede considerar como compuesto, y al contrario: porque si A C y A B, oprimen al cuerpo, irá este por la diagonal A D, por donde fuera tambien, si supusieramos que lo oprimian no A C y A B, sino una fuerza espresada por A D.

¿A qué será igual la velocidad del movimiento compuesto, que se hace por la diagonal? La velocidad del movimiento compuesto por el impulso de dos fuerzas juntas en ángulo, es igual á la suma de las dos fuerzas impelentes, rebajando lo que pierden por obrar juntas. (Figura 3ª)

Siendo asi que los lados y la diagonal de un paralelogramo se corren en el mismo tiempo, segun lo demostrado en la 1ª, y que las velocidades de iguales tiempos son como los espacios corridos, la diagonal A D del paralelogramo A F D C es la velocidad del movimiento compuesto producido por las dos fuerzas A C y A F. En el paralelogramo A F D C tiro la diagonal A D Desde el ángulo en F tiro na perpendicular á la diagonal, que será F E. Desde el ángulo en C tiro otra perpendicular á la misma diagonal, que será C H. Tendré los dos triángulos A E F, y C H D, que serán totalmente iguales, porque los lados A F, y C D, son iguales por lados opuestos de un parale-

logramo: los ángulos en E y H son iguales por rectos, á causa de ser formados por las perpendiculares F E, y C H, y la recta diagonal A D: y los angulos en F y C son iguales por alternos internos.

Tiro despues la línea G A paralela á F E, y la A B, paralela á C H: tiro tambien la G F, y la B C, formando los dos paralelogramos A G F E, y A H C B.

Como cualquier movimiento simple se puede sin error considerar como compuesto, y el compuesto como simple, el movimiento por A C, ó la misma fuerza representada por A C, y el movimiento por la línea A F, ó la misma fuerza representada por A F, puede considerarse producida ó compuesta, la A C por las fuerzas A B, y A H, y la fuerza A F por A G y A E.

Al obrar estas cuatro fuerzas A G, A E, y A B, A H, las dos A G, A B, se extinguen por opuestas é iguales: iguales, digo, porque son lados de paralelogramos opuestos á los lados F E, C H, que vimos eran iguales. Quedan pues para producir el movimiento las dos fuerzas A E, y A H. A E es igual á H D, por bases de triángulos iguales, segun se demostró. Luego queda A H mas H D: Esto es toda la diagonal A D del paralelogramo A F D C.

DIALOGUS VIGESSIMUS OCTAVUS.

De motu per curvas ad se ipsas non redeuntes.

¿Qué sucederá cuando las fuerzas juntas en ángulo varien en el decurso del movimiento su relacion? Si dos fuerzas juntas en ángulo oprimen á un cuerpo; y estas varían la relacion que entre sí tienen, ó por razon de su cuantidad, esto es, que una permanezca constante, y otra vaya creciendo ó menguando, ó por razon de su direccion, esto es, que una oprima hacia parte diversa, que oprimió primero, describirá el cuerpo una curva contínua.

(Figura 4ª) Si las dos fuerzas A C, y A B impelen al cuerpo A, irá este, por lo demostrado en la 1ª, por la diagonal A D. Al llegar á D, la fuerza A B permanece constante, y se representa por D B, igual á A B. Mas la fuerza A C crece, y se representa por D O, mayor que A C. En virtud de D B, y D O, correrá el cuerpo la diagonal D E. Al llegar á E, la fuerza D B permanece sin variacion, y se representa por E B, igual á D B: y la D O crece, y se representa por E P, mayor que D O. En virtud de E B, y E P, irá el cuerpo por la diagonal E Q. Es asi que las líneas A D, mas D E, mas E Q, componen la curva continua A Q.

(Figura 5ª) Si las fuerzas A B, y A C, oprimen al cuerpo A, irá este por A D. Al

llegar á este punto D, permanezca A B constante, y será la fuerza para el segundo tiempo D B, igual á A B; mas la fuerza A C men üe, y será en el segundo tiempo D O, menor que A C. En virtud de D B, y D O, irá el cuerpo por D E. En este punto E permaneciendo la D B constante, representándose por E B, igual á D B, y menguando aun mas D O, que se representará por E P, menor que D O, irá el cuerpo por E Q. Es asi que A D, D E, E Q, componen una curva contínua. Luego si dos fuerzas juntas en ángulo varian la relacion por razon de su cuantidad, creciendo ó menguando alguna de ellas, correrá el cuerpo una curva contínua.

Hablemos ahora en caanto á la direccion, remitiéndonos á la figura 6.

Si las fuerzas A B, y A Y oprimen á un cuerpo, por lo demostrado en la 1ª, empezará á correr por la diagonal A C, para continuarla haciá E. Mas al llegar el cuerpo á C, la fuerza A Y muda de direccion, y se representa por C O. En virtud de C O, y la fuerza que tenia para continuar por C E, irá el cuerpo por la diagonal C D, para continuar haciá G. Mas al llegar al punto D, la fuerza C O muda de direccion, y se expresa por D P. En virtud de D P, y de la fuerza, con que caminaba de D á G, empezará á correr por la diagonal D F, para continuar hacia Y, y asi en los demas tiempos. Es asi que las diagonales A C, mas C D, mas D F &c. componen una curva contínua. Luego si dos fuerzas juntas en án-

gulo, que varian la relacion en cuanto á la direccion, oprimen á un cuerpo, correrá este una curva contínua.

DIALOGUS VIGESSIMUS NONUS.

De motu per curvas ad se ipsas redeuntes.

¿Quot viribus agetur corpus, quod per curvam progrediatur ad se ipsam redeuntem, ut circulus, et elipsis? Duabus, ut minimúm, quia, ut supra diximus, unica vis semper motum per rectam producit.

¿Et quo modo opprimere debent? Ita ut una directionem mutet, opprimens, ex quocumque puncto inveniatur corpus, versus centrum.

Et sufficiunt duae vires ad motum, de quo loquimur, producendum? Utique. Nam, ut videtur in demonstratione figurae sextae, duae vires, quarum una versus centrum opprimeret ex puncto quocumque, et alia per tangentem curvae descriptae, curva describebatur. Prosequentes per plura tempora demonstrationem, videbimus curvam ad se ipsam redire.

¿Non considerant aliam vim Physici in motu per curvam ad se redeuntem praeter duas? Aliam tertiam. (Figura 7.ª)

Supongamos que el cuerpo A se movió por la parte A d del círculo A d o M · habrá obrado de la fuerza, que se dirige al centro, y es A F, la porcion A b, y ademas de esta, como se ve, la fuerza A E. Esta última, obrando con la direccion de la tangente A E, que

la representa, habria desviado al cuerpo, si lo hubiera movido ella sola, al punto E, que está mas desviado del centro que el otro, en donde estaba el cuerpo, cuando A E empezó á obrar, la porcion d E. Y hubiera llegado el cuerpo á tener este desvio, aun sin suponer ni necesitar para tenerlo una fuerza, que se representára é impeliera desde d hasta E. No obstante suelen los Físicos indicar esta fuerza, y suponer tres para el movimiento al rededor de un centro, y á todas tres llaman fuerzas centrales. Otros no conciben mas que la que impele al centro, y la que impele por la tangente.

¿Quid sunt vires centrales? Illae, quae corpus premunt, dum circa centrum quodcumque revolvitur.

¿Quomodo nomine inter se distinguuntur? Illa, quae corpus versus centrum pellit, dicitur centrípeta: illa, quae corpus per tangentem ducit, tangentialis dicitur. Illa, quâ consideratur corpus á centro recedere, centrífuga nominatur. Plurimi, qui duas tantúm vires considerant, tangentialem etiam centrifugam vocant.

¿Sunt alia nomina scitû digna ad motus per curvas circa centrum se volventes intelligendos et explicandos? Utique, trajectoria, vel orbita, radius vector, tempus periodicum.

¿Quid est trajectoria vel orbita? Curva descripta.

¿Quid radius vector? Linea á centro ad punctum circumferentiae aliquod ducta.

¿Quid tempus periodicum? Tempus, quod corpus insumit in orbita percurrenda.

¿Vis centrifuga est aequalis, major, aut minor centripetâ? Dum percurritur circulus, aequales sunt: nam si alia aliam exederet, in aliquo circuli puncto corpus esset propinquius centro, in alio remotius á centro, et tunc curva non esset circulus, de cujus essentia est, quod omnia circumferentiae puncta aequaliter sint à centro distantia. In elipsi una vis aliâ esse debet nunc major, nunc minor, quia aliquo puncto corpus est centro proximius, et aliquo est remotius.

¿Quî fieri potest ut curva ad se rediens describatur, si aliquo puncto vis centrifuga, vel centripeta vincit? Videtur non posse unquam ad minorem distantiam â centro redire, si aliquo in puncto vis centrifuga vincit, nec posse á centro separari, si vincit centripeta aliquo in puncto, ni vis alia nova accedat? He aqui el modo con que salen los Newtonianos de esta dificultad, que parece insuperable.

Un cuerpo, cuando se mueve v. g. por el arco H L O, (Figura 8ª) siendo centro c, sufre aceleracion por la fuerza centrípeta; y al subir por el arco h y E, sufre retardacion: porque en el primer caso la fuerza centrípeta y centrífuga conspiran, y en el segundo se oponen en alguna parte: conviene á saber: conspiran la atraccion H C, y la fuerza proyectil H N, al correr el cuerpo el arco H L O; y se oponen, ó conspiran menos por las líneas h i, g E al correr el cuerpo por el arco h i E. En los puntos E e ni se oponen ni conspiran; por tanto no se destruyen. De lo que se infiere que

las dos fuerzas centrales juntas en ángulo recto en el punto E, caminan continuamente á la conspiracion por un ángulo, que se hace cada vez mas agudo hasta el punto e, donde se juntan otra vez las fuerzas en ángulo recto, el cual se va haciendo cada vez mas obtuso (por lo que se dismiuuye la diagonal y la velocidad que representa) hasta el punto E, donde vuelve el ángulo á hacerse recto ó de conspiracion.

Haec sumpsimus ex Altierio, quia nec Newtonianas responsiones, nec Antinewtonianorum argumenta nostro modulo delineare volumus. Spinas undequaque sentimus.

¿Quem originem habent vires centripeta et centrifuga? Vis centripeta, ait Alticrius, non differt á gravitate, potiús diceret ab attractione corporum. Centrifuga oritur á projiciente, qui impetum per tangentem communicavit, qui impetus á vi inertiae continuó est conservatus.

¿Como se estiman estas fuerzas centrales? Si un cuerpo se mueve en un circulo, su fuerza centripeta, y tambien la centrifuga, es igual al cuadrado del arco corrido dividido por el diámetro del círculo. Supongamos que el cuerpo A se mueve en un círculo, y que describe el arco infinitamente pequeño A B. Tírese su diámetro A E, y desde la extremidad D la línea E B D, que puede considerarse como paralela á E A. La tangente del arco A B es A D, y su seno es B I. Esto supuesto, la fuerza centrípeta del cuerpo A se representa por el seno verso A I del arco descripto, puesto que este seno indica cuanto ha sido el cuerpo desviado desde la tan-

gente A D hácia el centro C. Es representada la fuerza centrífuga por B D, puesto que esta línea indica cuanto el cuerpo se apartaria de la curva, si obedeciese sólo á la impulsion de la fuerza proyectil A D. B D, fuerza centrífuga, es igual á A I, fuerza centrípeta, supuesto que A E puede tenerse por paralela á D E, y que A D es paralela á I B. Ademas el seno verso A I del arco A B es igual al cuadrado de este arco dividido por el diámetro. Luego la fuerza centrípeta, y por consiguiente la centrífuga, de un cuerpo movido circularmente es igual al cuadrado del arco descripto dividido por el diámetro del círculo.

Si el cuerpo no se mueve por círculo, sino por elipse, como se ha dicho antes, las dos fuerzas centrales no son iguales, y la diferencia de una á otra se tomará de la diferencia de los radios vectores, mediante á que se dijo, hablando de la atraccion, que está en razon inversa de los cuadrados de las distancias, ó, lo que es lo mismo, de los radios vectores. Por tanto serán entre sí en razon inversa del cuadrado de la diferencia de los radios vectores.

¿Quid ex dictis duces? Celeritatem vi centrífugâ productam pendere á distantia á centro motûs, et á tempore periódico. Nempe, quo major sit radius vector, ac inde orbita percurrenda; item, quo minus sit tempus periodicum, caeteris paribus, major erit celeritas.

¿Quid dicis de duobus corporibus percurrentibus curvam inter se comparatis? Tempus periodicum pendet á mobilis velocitate, et illud est

respectu duorum corporum, quae moventur diversis velocitatibus in eadem curva, in ratione inversa velocitatum. Si vero tempora periodica et distantiae á centro sunt aequales, vires centrifugae sunt massis proportionales. Nam hoc cassu spatia et tempora sunt aequalia, ac inde velocitates, et propterea in ambobus corporibus factor unus, ex quibus vis efficitur, aequalis est: propterea differentia virium veniet ab alio factore, nempe massa. Cum autem in duobus corporibus aequales sunt massae, et aequalia periodica tempora, vires centrifugae sunt ut distantiae á centro. Nam erunt ut velocitates; hoc autem cassu velocitates sunt distantiis proportionales, ex quo deducitur vires corporum centrifugas in Aequatore Terrae esse majorem quàm in circulis Aequatori huic parallelis, quod dictum sit de Terra, si juxta copernicanum sistema moveatur.

Si duo corpora aequalem massam habent, et eamdem á centro distantiam, sed inaequalibus aguntur velocitatibus, vires centrifugae sunt in ratione inversa duplicata periodicorum temporum. Vis enim centrifuga corporis, quod movetur in circulo, aequalis est quadrato arcus descripti divisso per diametrum circuli. Sed, ex suppositione, duo corpora massis aequalia moventur ad eamdem distantiam á centro. Ergo diametri circulorum descriptorum sunt aequales. Vires igitur illorum centrifugae sunt ut arcuum descriptorum quadrata. Ast arcus exprimunt velocitates. Ergo centrifugae vires sunt ut quadrata velocitatum. Cum autem velocitates sint in ratione inversa periodicorum temporum, ut pauló ante dicebamus, se-

quitur vires centrifugas duorum corporum ae-qualem massam et aequalem distantiam á centro habentium esse in ratione inversa quadratorum temporum periodicorum.

Si nihil duo corpora per curvam mota habeant aequale, vires centrifugae sunt in ratione composita massarum et distantiarum á centro, et inversa quadratorum periodicorum temporum. Hoc est, erunt ut massae multiplicatae per distantias, et divissae per quadrata temporum periodicorum, quod hac formula exprimitur.

$$F : f :: \frac{M\,D}{T^2} : \frac{m\,d}{t^2}$$

Si temporum periodicorum quadrata sunt cubis distantiarum proportionalia, vires sunt in ratione inversa quadratorum distantiarum. Quia ex suppositione quadrata temporum sunt cubis distantiarum proportionalia. Ergo substituendo cubum primae distantiae $D3$ loco temporis primi T^2, et cubum saecundae distantiae $d3$ loco secundi temporis t^2 in praecedenti proportione, exurget.

$$F : f :: \frac{M\,D}{D^3} : \frac{m\,d}{d^3} :: \frac{M}{D^2} : \frac{m}{d^2}$$

Qui plura de his meliora desideret, adeat Antonium Libes sui de Physica elementari tractatus capite quarto libri secundi, ex quo plura huic dialogo traximus, et ubi selectiora, methodo, ut assolet, pertractata inveniet. Operis nostri ratio nos cogit ut pressé pluribus de rebus loquamur, de iis

praesertim, quae sublimia ex Geometria exposcant.

DIALOGUS TRIGESSIMUS.

De motu reflexo.

¿Quando corpus regredietur á plano, in quod incidat, vel quando corpus habebit motum reflexum? Quando vincere planum non possit corpus, et quando corpus incidens sit elasticum.

¿Quid est corpus elasticum? Quod, dum in aliud impingit, postquam compressum fuerit, ad suam pristinam figuram restituitur. Si tanta vi se restituat, quanta fuit compressum, dicitur perfecté elasticum. Si minori vi, dicitur imperfecté elasticum. Haec restitutio fit necessarió movendo se corpus in contrariam partem ei, ad quam fuit compressum.

¿Non resiliet corpus molle et durum? Minimé.

¿Quid est corpus molle? Quod amittit in percussione figuram, et non recuperat. Si vel minima vi opprimente amittat, et non recuperet omnino, dicitur perfecté molle: si aliquibus impressionibus resistat, sed majoribus cedat, dicitur imperfecté molle.

¿Quid est corpus durum? Quod nec amittit figuram in percussione, nec proinde habet quod recuperet. Si vel validioribus et omnino omnibus ictibus resistat, dicitur perfecté durum. Si tandem cedit aliquantulum, dicitur imperfecté durum.

¿Quare non resiliunt corpora mollia et dura? Quia non restituuntur.

¿Quare elastica resiliunt? Quia non possunt figuram amissam recuperare, nisi ab obstaculo, quod vincere nequeunt, non fugiant. Fugere autem est resilire. Resiliunt tanta vi, quanta fuere compressa, elastica corpora, quia, nisi ita esset dum sint perfecté elastica, non recuperarent figuram tanta vi, quanta illam amisserunt.

¿Quaenam ergo est caussa reflexi motus? Vis quaedam aliquorum corporum propria, quae dicitur elastica, sive elaterium; nam, nisi haec vis in corporbus esset, non retroferrentur; (planum enim immobile supponitur) ac propterea nequeunt motuum reflexiones producere. Sed Physicii aliqui ad alias caussas confugére; sed iis causis, non est reflexio proportionalis, et est proportionalis absdubio majori vel minori corporum vi elasticae. Quae perfectiorem habent elasticitatem, ut corpora calybea, eburnea, et alia hujus generis, magis resiliunt; nihil vero ea, quae non sunt elastica, ut sebum, argilla, et alia.

¿Quaenam vocatur in motu reflexo linea incidentiae? Illa per quam corpus in planum incidit.

¿Quaenam vocatur linea reflexionis? Illa, per quam corpus regreditur.

¿Quaenam alia vocatur axis reflexionis? Illa, quae perpendiculariter cadit in punctum plani, in quod incidens corpus impingit.

¿Quinam vocatur angulus incidentiae? Ille, quem efformat linea incidentiae cum plano, ut angulus A D P (Figura 10) supponendo quod linea incidentiae est A D.

¿Quinam vocatur angulus reflexionis? Ille

quem efformat linea reflexionis cum plano, ut angulus C D E, supponendo, quod reflexionis linea est D C.

¿*Quomodo supponuntur corpora, dum de legibus reflexi motus agitur?* Perfecté elastica. Nam, data lege in hoc cassu, facilé est subtrahere ab effectu, quod illi defficiat propter elasticitatis imperfectionem; si verò supponantur corpora imperfecté elastica, cuilibet lex esset efficienda, quod longum esset et molestum.

¿*Quantas son las leyes del movimiento reflexo?* Cinco.

„ Si un cuerpo perfectamente elastico cae „ perpendicularmente en un plano perfectamente „ elástico, reflexará perpendicularmente. La velo„ cidad y ángulo de incidencia serán iguales á „ la velocidad y ángulo de reflexion." (Figura 10.)

Si el cuerpo B perfectamente elástico cae en el plano P E, perfectamente elástico, por la perpendicular B D, al llegar al punto D, pierde toda su fuerza; pero por ser perfectamente elástico, la recupera toda hácia la parte contraria, y se representa por la D B. Luego reflexa perpendicularmente. La velocidad de reflexion es igual á la de incidencia, porque una y otra se puede representar por la misma línea, supuesto que la misma línea representó la fuerza de incidencia y la elástica, por lo que se corrió la dicha línea, tanto al caer, como al volver el cuerpo, en el mismo tiempo. Los ángulos de incidencia y de reflexion son iguales por rectos.

Si en este caso el cuerpo no fuere perfectamente elástico, y no recuperáre mas que v. g.

ca sucederá. Así por esto, como porque es fácil que cualquiera forme las demostraciones, habiendo visto las de las dos leyes antecedentes, omitimos el darlas. Deberá añadirse á la resultante, ó rebajarse de ella, el valor del movimiento del plano.

DIALOGUS TRIGESSIMUS PRIMUS

DE MOTU REFRACTO.

¿Quando habrá refraccion de movimiento? Quando un cuerpo, que se movia en un medio mas raro, como el ayre v. g., pasa á continuar su movimiento por medio mas denso, como v. g. el agua, ó al rebes, quando de un medio mas denso, pasa á uno mas raro: y ademas quando este paso es por línea oblicua.

¿Que sucederá si el cuerpo muda de medio perpendicularmente? Que por encontrar mayor resistencia en un medio mas denso, disminuirá el movimiento, y por encontrar menor resistencia en un medio mas raro, se aumentará el movimiento; pero en uno y otro caso continuará por la misma línea recta, sin inclinarse á lado alguno, porque no hay causa que produzca la inclinacion ó desvio.

¿En la refraccion qual es la línea de incidencia? Aquella por donde vá el cuerpo antes de mudar de medio.

¿Qual es la línea ó senda de refraccion? Aquella por donde vá el cuerpo, despues de haber mudado de medio.

¿Qual es la superficie refractiva? La superficie del nuevo medio, en que entra el cuerpo.

¿Qual es el exe de refraccion? Aquella línea que cae perpendicular al punto de la superficie refractiva, que toca el cuerpo al mudar de medio.

¿Qual es el ángulo de refraccion? El que se forma por la senda de refraccion, y la parte del exe de refraccion, que está dentro del nuevo medio.

¿Qual es el ángulo de incidencia? El que se forma por la línea de incidencia y la superficie refractiva. En la figura 12ª la línea A P es la de incidencia: la Z N es el exe de refraccion: la R M es la superficie refractiva: la P O, ó P Y sendas de refraccion: el ángulo N P O, ó N P Y angulos de refraccion: el ángulo A P R de incidencia.

¿Quando la refraccion se llama á la perpendicular? Quando el angulo de refraccion es menor que el que se hubiera formado por el exe y la línea, que hubiera corrido el cuerpo sin refraccion.

¿Quando se llama la refraccion de la perpendicular? Quando el ángulo de refraccion es mayor que el que se formára por el exe y la línea, que hubiera corrido el cuerpo sin refraccion.

¿Que proposicion se forma acerca de la refraccion? Quando un cuerpo pasa oblicuamente de un medio mas raro á uno mas denso, ó de uno mas denso á uno mas raro, hay refraccion de movimiento.

Supongamos que la esfera D F corrió desde A hasta P por la línea A P oblicua. Este movimiento se puede considerar como compuesto, ó producido por las fuerzas A C y A B. Al llegar la esfera al punto P, sino hubiera habido mudanza de medio, hubiera seguido hasta K para completar la

diagonal, que debia correr, del paralelogramo A C K B; pero al llegar á dicho punto P, supongamos que encontró un medio mas denso, cuya superficie era R P M. Entonces la fuerza A C perpendicular á la superficie debió encontrar mas resistencia que la fuerza A B, porque se ve que quando el nuevo medio resiste contra la perpendicular en la media esfera D F, resiste á la horizontal en la quarta parte de la esfera F. Luego debe disminuirse mas la fuerza perpendicular que la horizontal. Quedarán, pues, para producir el movimiento de la perpendicular P G, menor que R C como se ve, y de la horizontal P H, menor que Z B, aunque no tanto menor como lo es P G respecto de R C. En virtud pues de P G, y P H correrá el cuerpo por la diagonal P Y del paralelogramo P G U H. Es así que la línea P Y se ha apartado de la direccion P K, que hubiera llevado el cuerpo, sino hubiera entrado en un medio mas denso, y como que se ha quebrado la línea A P K, resultando que ha corrido el cuerpo desde el principio hasta el fin la línea A P Y. Luego en este caso ha habido refraccion.

Si la esfera hubiera pasado á un medio mas raro, es facil de concebir que, por haber menos resistencia, hubiera crecido tanto la fuerza perpendicular, como la horizontal, pero mas á proporcion la primera que la segunda. Supongamos, pues, que para producir el movimiento dentro del nuevo medio tendremos la fuerza P N, mayor que R C, y la fuerza P M mayor que Z B, aunque no tanto, quanto lo es P N respecto de R C. En virtud de P N, y P M correrá el cuerpo la diagonal P O del

paralelogramo P N O M. Es así que la línea P O se ha desviado, como se ve, de la P K, que hubiera corrido la esfera, sino hubiera mudado de medio. Luego en este caso ha habido tambien refraccion.

¿ Quantas son las leyes de la refraccion ? Dos-1ª „ Quando un cuerpo pasa de un medio mas ra„ ro á uno mas denso, hay refraccion de la per„ pendicular, ó desviandose de la perpendicular." En este caso vimos que la línea de refraccion era P Y, y por tanto el angulo de refraccion era Y P N. Es asi que este angulo es mayor que el angulo formado por la línea exe de refraccion P N, y la P K, que hubiera seguido el cuerpo, á no haber habido refraccion, porque el angulo N P K es parte del angulo N P Y. Luego ha habido refraccion de la perpendicular.

¿ Qual es la ley segunda ? „ Quando un cuer„ po pasa de un medio mas denso á uno mas ra„ ro, hay refraccion á la perpendicular, ó acercan„ dose á la perpendicular." En este caso vimos que el cuerpo corrió la línea P O. Es así que la línea P O forma con la perpendicular ó exe de refraccion P N un angulo menor, que el que hubiera formado con dicha P N la línea P K, por donde hubiera ido el cuerpo, sino hubiera habido mudanza de medio menor, digo, porque N P O es parte del otro angulo N P K. Luego en este caso ha habido refraccion á la perpendicular, ó acercandose á la perpendicular.

¿ Todos los cuerpos se sugetan en su refraccion á estas leyes ? Todos menos la luz, las leyes de cuya refraccion son enteramente al contrario que

las de los demas cuerpos. Al pasar á un medio mas denso se acerca: al pasar á un medio mas raro se desvia de la perpendicular. En la física particular hay sobre esta materia tratados curiosos, donde se explican varios fenómenos provenientes de la inversion de estas leyes, como son el ver al Sol antes que monte sobre el horizonte, el verse una moneda, por egemplo, dentro de un vaso, quando parece debía haber estorbos, y otros. Se procura allí tambien dar la razon de esta diferencia entre la refraccion de la luz y la de los demas cuerpos.

DIALOGUS TRIGESSIMUS SECUNDUS

De corporum collisione, et motibus post eam productis, et de collisione corporum mollium.

Post collisionem corporum plurics motus, pluries quies exoritur. Ut hic motus, hæc quies intelligantur, de collisione verba faciamus. Quid est collisio? Actio, quam exerit corpus motum cum incidit tota sua vi in aliud corpus.

¿Quibus in cassibus accidit collisio? Tribus. 1º Cum corpus motum incidit in corpus quietum. 2º Cum corpus motum in aliud incidit motum etiam, sed minori velocitate. 3º Cum duo corpora mota oppositis directionibus in se mutuo incidunt.

¿Quot generum consideramus corpora collidentia? Vel sunt mollia, vel dura, vel elastica. Consideramus perfecté mollia, perfecté dura, perfecté

elastica eâ ducti ratione, quam loquentes de reflexione motus exposuimus.

¿ *Quotuplex est collisio?* Vel directa, vel indirecta.

¿ *Quid est collìsio directa?* Illa, qua línea directionis per centra transit corporum collidentium.

¿ *Quid est collisio indirecta vel oblicua?* Illa, in qua directionis linea per centra corporum collidentium non transit.

¿ *Omnia corpora in collisione iisdem legibus subjiciuntur?* Minimé. Eaedem leges servantur in mollium et durorum corporum collisione, eo tantum discrimine, quod in mollibus motûs communicatio est succesiva, in duris esset instantanea. Nam, si sunt perfecté dura, ita inter se adherent molleculae, ut cedere separatim actioni incidentis corporis nequeant. Cederet ergo tota corporis massa uno in tempore. Hoc non accidit in mollibus, quibus partes non multum inter se adherent, et succesivé cedunt. In elasticis illae leges locum non habent elaterii caussâ, ut suo loco dicemus.

¿ *Quot et quae sunt leges pro collisione corporum mollium?* Tres.

1.ª „Si corpus molle in aliud ejusdem naturae quiescens, vel in eadem directione tardius motum directé impingat, post ictum ambo instar unius movebuntur juxta percutientis directionem." Ratio est, quia vim habet ad tollendum obstaculum, quod motui opponitur, quo servatur Naturae scopus in motuum communicatione. Ut autem incidens corpus tollat obstaculum, quod in corpore, quod invenit, experitur, debet ipsi communicare vim non minorem, quà requiritur ad

tollendum obstaculum, quia aliás illud non tolleret: non majorem, quia necessaria non est, et Deus et Natura nil moliuntur frustra. Communicare ergo debet vim, quae velocitatem in corpore invento producat, quâ pari gradu impingens et impactum moveantur. Debet ergo utrumque instar unius moveri.

¿ *Quid ex hac lege deducis?* Duorum corporum collidentium post collisionem vires esse ut eorum massae, quia, cum velocitates sint aequales, differentia virium á massa proveniet: ex quo deducitur corpus impingens dimidium suae vis impacto communicare, si massa sit ipsi aequale, minus dimidio, si fuerit minus, plus dimidio, si fuerit majus.

¿ *Quaenam est lex secunda?* „ Si duo corpora „ mollia inaequali impetu ex oppositis partibus „ sibi directé incurrant, post ictum movebitur „ utrumque juxta vis praepollentis directionem." In hac namque hyphotesi perinde est ac si corpus majoris vis cum excessu supra alterius vim in idem quiescens impingeret, unde locum habet prima lex.

¿ *Lex tertia nos manet?* „ Si duo corpora mol- „ lia et aequalia ex oppositis partibus aequali ve- „ locitate sibi directé incurrant: vel si duo corpo- „ ra inaequalia, habentia tamen velocitates cum „ massis reciprocas, in occursum veniant, post ic- „ tum ambo quiescent." Nam momenta utriusque corporis in hujus legis cassibus sunt aequalia, et ex diametro opposita. Ergo nequit unum alteri praevalere. Extinguuntur igitur vires. Quiescent ergo illa corpora.

¿ *In corporum mollium collisione perseverat post ictum eadem motus quantitas?* Perseverat iis omnibus in cassibus, in quibus non veniunt ad ictum ex oppositis partibus. Quia, licet motus quantitas in impingenti minuitur, transit ilia portio amissa ad impactum, ob dicta in lege tertia generali motûs. Et certé experientiâ constat motus quantitatem inter utrumque distribui. Si vero corpora veniant ex oppositis partibus, destructis hinc inde aequalibus portionibus, manet distributus inter utrumque corpus exessus majoris vis supra minorem.

¿ *Quomodo habebimus velocitatem corporum mollium post ictum?* Si cognoscimus quantitatem motus ante ictum, eam dividamus per summam massarum corporum congredientium, et habebimus celeritatem utrique communem post ictum. Ratio est, quia quantitas motûs eadem est ante et post ictum, et velocitas habetur dividendo quantitatem motus per massas motas. Si autem directiones fuerint contrariae et inaequales, dividamus excessum per summam massarum.

DIALOGUS TRIGESSIMUS TERTIUS.

De collisione corporum elasticorum.

¿ *Habes aliquid statuendum antequam leges corporum elasticorum collidentium exponas?* In corporibus elasticis duo motus, cum colliduntur. distinguendi sunt, unus quo ex impingente in impactum communicatur vis, et figura amittitur, qui primitivus dici potest. Et, si ille tantum accideret

eaedem leges in elasticis ac in mollibus corporibus collidentibus observarentur. Sed alius ob elasticitatem motus est, quo figura amissa recuperatur, qui est, si supponantur corpora perfecté elastica, aequalis et contrarius illi motui primitivo. Ut autem hoc aequali et contrario motu figura recuperetur, sicut dictum est dum de reflexione motus habebamus sermonem, necesse est, ut fugiat corpus ab illo, contra quod compressum fuit. Ergo duo corpora elastica collidentia fugere se mutuo debent. Corporis impacti fuga compirans est cum motu communicato; corporis impingentis fuga opposita est directioni, qua ad collisionem pervenit. Ergo dupla mutatio in corporibus elasticis esse debet respectu illius, quam haberent, si fuissent mollia. Si igitur impactum duos velocitatis gradus in collisione adquirit, alios duos ob elasticitatem habebit, et movebitur ut quatuor. Si impingens corpus duos amittit velocitatis gradus, duos alios amittet quia elasticum. His suppositis, leges pro elasticorum collisione eaedem sunt ac pro mollibus, duplicando in iis adquisitiones et amissiones.

¿*Has leges statuas?* Lex 1ª „ Si corpus perfecte elasticum in aliud ejusdem naturae, sed „ quiescens, sibique aequale directé impingat, „ quiescet post ictum corpus impingens, et impactum movebitur percutientis directione et celeritate." Si enim haec corpora fuisent mollia, juxta legem primam post ictum moverentur aequali celeritate, et in quolibet esset dimidia vis illius, quam totam habebat ante istum corpus impingens. In corporibus autem elasticis dupla mutatio reperiri debet. Igitur dimidium vis, et

aliud dimidium, id est tota vis in impacto erit, et nulla in impingenti. Ergo movebitur impactum, quiescetque impingens.

Experientia huic legi repugnat. Videmus enim in duabus aequalibus pilis eburneis impactam velociter moveri, impingentem moveri etiam, licet lentissimé. Hoc tribuendum est non motui translationis, quem ante ictum habet pila impingens, sed rotationis, quem impactae non communicat. Propterea, si in centro pilae motus imprimitur, dum ad collisionem mittitur, post ictum quiescit. Si veró non in centro, sed circa superiorem partem communicetur, ex quo rotatio provenit, post ictum haec impingens lenté progreditur.

¿Quí fit ut, si plures pilae lineâ rectâ positae, et in puncto se tangentes, collocatae sint, et una mittatur ad collidendum cum prima, omnes quiescunt praeter ultimam: Et si duae unitae mittantur, quiescunt omnes praeter duas ultimas: Et si tres mittantur, quiescentibus caeteris, tres ultimae moventur &c.? Si una mittitur, totus ejus motus in secundam transfertur, ex secunda in tertiam, sicque deinceps, donec veniat ad ultimam, quae non invenit aliam, cui motum communicet, et propterea movetur. Si duae unitae mittantur, cum unitae sint, velut unum corpus efficiunt duplicis massae. Communicant ergo motum duabus primis, hae duabus secundis, sicque deinceps, donec veniatur ad duas ultimas, quae moventur. Idem accidit, si tres mittantur; tunc enim moventur tres &c.

¿Quid eveniet in allatae legis hypothesi, si corpus impingens fuerit impacto majus, vel mi-

nus? Si fuerit majus, post ictum utrumque juxtà impingentis directionem movebitur, celeriús tamen corpus impactum. Nam majus motum minori quiescenti minus quam dimidium suae vis communicat ita in massae partibus distributam, ut utrumque instar unius moveretur si esset molle. Cum sint elastica, et duplam pati debeant mutationem, sequitur quod minus quâm dimidium vis totalis, quod communicatur, et duplicatur, producat in impacto majorem velocitatem, quám quae restat impingenti, qnod conservat tantúm illam portionem vis, quae restat, subtrahendo á totali, quam ante ictum habebat, minus quam dimidium bis sumptum.

Véase claro en un egemplo. Sea el cuerpo impingente de masa como 2, y tenga velocidad como 1. Su cantidad de movimiento será como 2. Sea la masa del cuerpo, que sufre el choque, como 1. Dividiendo la cantidad de movimiento antes del choque, que es 2, por la suma de las masas, que es 3, resultan $\frac{2}{3}$ de velocidad para cada uno despues del choque. Multiplicando esta velocidad por la masa del cuerpo chocado, que es como 1, salen $\frac{2}{3}$ de cantidad de movimiento. Duplicando este quebrado por causa de la elasticidad, resultan $\frac{4}{3}$, que divididos, para sacar la velocidad, por la masa 1, quedan despues del choque al cuerpo menor $\frac{4}{3}$ de velocidad. Multiplicando la velocidad $\frac{2}{3}$, que quedó al cuerpo grande, que chocó, despues de cho-

tar, por su masa, que es 2, resultan $\frac{4}{3}$: Y, como se ve, perdió de 2, cuantidad de movimiento, que tenia antes del choque, $\frac{2}{3}$, pues ahora tiene $\frac{4}{3}$, y antes tenia $\frac{6}{3}$ ó 2 enteros; mas como por la elasticidad debe perder otro tanto, resulta que de los $\frac{4}{3}$, que quedaron, perderá $\frac{2}{3}$, y le quedarán otros $\frac{2}{3}$. Partiendo esta cuantidad de movimiento por la masa como 2, queda á este cuerpo chocante velocidad como $\frac{1}{3}$, que es menor, que la que llevó el cuerpo menor, que recibió el choque.

Si impingens est minus impacto, hoc movebitur juxta percutientis directionem, percutiens autem regredietur in contrariam partem. Nam minus corpus motum communicat majori quieto plusquam dimidium suae vis; et ob duplam mutationem duplum motum adquirit: corpus autem minus impingens amittit plusquam dimidium suae vis; et ob duplam mutationem duplum, ac inde non solum amittit totam vim, sed etiam adest aliqua in contrariam partem.

Supóngase que un cuerpo de masa como 1, y velocidad como 1, cuya cantidad de movimiento antes del choque será como 1, choca en un cuerpo parado de masa como 2. Partiendo la velocidad 1 por la suma de las masas que es 3, resulta á cada uno por velocidad despues del choque $\frac{1}{3}$. Multiplicando $\frac{1}{3}$ por la masa del grande que recibió el choque, que es 2, tendrá de cantidad de movimiento $\frac{2}{3}$. Duplicando por razon de

la elasticidad esta cantidad, resultan $\frac{4}{3}$, que divididos por la masa, para sacar la correspondiente velocidad despues del choque, sale $\frac{1}{3}$ A el cuerpo chocante quedó despues del choque $\frac{1}{3}$ de velocidad; y por tanto, siendo su masa 1, $\frac{1}{3}$ de cantidad de movimiento. Antes tenia $\frac{3}{3}$ ó una unidad. Luego perdió al choque $\frac{2}{3}$. Por ser elastico debe perder doble. Luego ha perdido $\frac{4}{3}$: que quiere decir $\frac{1}{3}$, que le hubiera quedado, si hubiera sido mole, y $\frac{3}{3}$ mas, ó una unidad: con $\frac{1}{3}$ pues rechazará hacia la parte contraria.

¿Quaenam est lex secunda? „Si corpus perfecté elasticum in aliud sibi aequale, ac in eâdem directione tardiús motum incurrat, post ictum ambo movebuntur juxta incurrentis directionem, velocitatibus permutatis." Nam perinde est ac si motum velociús in tardiús motum quiescens cum velocitatis excessu directé incurreret. Ergo totus velocitatis excessus, juxta legem primam, transferetur in tardiús motum, et propterea ambo post ictum in eadem directione movebuntur, velocitatibus permutatis.

¿Quid eveniet, si corpus velocius motum fuerit tardiore majus? ¿Quid si minus? Si majus, utrumque post ictum in eadem directione promovebitur, celeriús tamen feretur corpus minus, quod erat ante ictum tardius, ob dicta in anteriori lege. Si corpus impingens et velocius fuerit minus, habenda est ratio differentiae massarum, et velo-

citatum: ex varia enim massarum et excessûs velocitatis ratione fieri potest, ut corpus minus dimidium suae vis communicet, ac propterea post ictum quiescat: vel plusquam dimidium vis communicet, ac inde reflectatur in contrariam partem, vel minus quam dimidium vis suae communicet, et pergat juxta primam directionem moveri.

Legem tertiam dicito. „Si duo corpora perfecté elastica, et aequalia ex oppositis partibus „pari velocitate in occursum veniant, ad contrarias partes aequali vi resilient." Si enim forent mollia, post ictum ambo quiescerent. Sed ob vim elasticam contrariam, et aequalem compresivae vi, ad contrarias partes dirigentur. Resilient ergo aequali vi ad contrarias partes.

¿Quid eveniet si in hoc cassu corpora sint aequalia, sed velocitates habeant inaequales? Resilient ad contrarias partes, velocitatibus permutatis. Nam ob portionem velocitatis, in qua conveniunt, resilire debent in partes contrarias. Excessus autem unius in aliud transfertur ob anteriorem legem. Ergo ferentur in contrarias partes velocitatibus permutatis.

¿Et quid continget si in cassu legis corpora habeant aequales velocitates, sed magnitudines inaequales? Plura omnino diversa. Si majus in minus incidit, venientia ambo ex oppositis partibus aequali celeritate, minus semper reflectetur post ictum, cum totam suam vim in ictu amissam recuperet, ejusque duplum acquirat: Corpus vero majus sistet post ictum, si vis affecta, quam post ictum retinuit, sit aequalis vi restitutivae, qua ad re-

gressum cogitur: prosequetur pristinum motum, si vis directa, quae remanet post ictum, sit major restitutivâ: reflectetur in contrariam partem, si fuerit minor.

¿ *In collissione elasticorum corporum manet eadem motus quantitas, sicut in mollibus, ante, et post ictum?* Manet, si utrumque corpus post ictum per eamdem directionem moveatur. Nam nil extinguitur. Quantum amittit unum, in alio reperitur. Si veró ad contrariam partem eorum unum resiliat, eadem etiam erit motus quantitas post ictum, si subducantur hinc inde gradus oppositi. Hoc enim cassu hujusmodi gradus ab elasticitate provenientes de novo post ictum oriuntur.

¿ *Quomodo invenietur celeritas elasticorum corporum post ictum?* Id ex dictis deducitur Adire potes exempla ad legem primam pro corporum elasticorum conflictu apposita. Notaque plura his de collissione dialogis ex Altierio tracta esse, quia pressé et claré, quod rarum, ut opinor, scripsit.

DIALOGUS TRIGESSIMUS QUARTUS

DE COLLISSIONE INDIRECTA MOLLIUM, ET ELASTICORUM CORPORUM.

¿ *Quas leges figis collissioni indirectae?* Qui leges pro collissione directa sciat, et meminerit doctrinae pro virium compositione et ressolutione traditae, absque sanctione novarum legum cassus omnes extricare poterit. In collissione indirecta quodlibet congredientium corporum duobus agitur viribus, et lineae, quae illas representant, sunt latera parallelogrammi, cujus linea, per quam corpus an-

te ictum movetur, est diagonalis. Ex his quatuor viribus una in uno corpore est alii aliûs corporis parallela, altera alteri aliûs corporis ex diametro opposita. Harum ultimarum virtute ictus fit, et hic ictus est directus. Virtute parallelarum ictus non fit. Ergo per regulas collissionis directae examinetur, quid duae vires in his corporibus oppositae producere debeant, et cum effectu componatur vis parallelae. Illud quod exoriatur, hâc factâ compositione, erit effectus collissionis obliquae in cassu, de quo agatur.

CAPUT UNDECIMUM

De Gravitate.

Articulus primus

De Gravitatis idea, generibus, legibus, et phoenomenis.

DIALOGUS TRIGESSIMUS QUINTUS

De Gravitatis notione et generibus.

¿ *Quid est Gravitas?* Vis illa, qua corpora sibi commissa deorsum feruntur, impedita veró urgent deorsum ea, quibus incumbunt.

¿ *Quo differt Gravitas ab attractione?* Nomine tenus. Attractio, quae inter Terram et terrestria corpora reperitur, gravitatis nomine dessignatur. Hoc ex eo patebit, quod phoenomena et leges gravitatis videbuntur esse eadem phoenomena,

leges eaedem attractionis. Praeterea, si attractio et gravitas eadem vis supponatur, omnia in Mundo, prout contingunt, contingerent. ¿Quare ergo Natura, quae semper studet compendium, duabus efficeret viribus, quod unâ tantúm efficere posset?

¿Quotuplex est gravitas? Quadruplex; absoluta, quae etiam vocatur pondus, et specifica: absoluta prout respectivae opponitur, et respectiva.

Eas definias. Gravitas absoluta, vel pondus, est gravitas ducta in numerum particularum componentium corpus, vel summa gravitatum omnium partium corporis.

Gravitas specifica est gravitas spectata relaté ad volumen. Hinc corpora, quae habent aequale pondus sub aequali volumine, habent eamdem specificam gravitatem. Si sub aequalibus voluminibus diversum pondus habent, majus pondere est specificé gravius; si idem pondus habent sub volumine inaequali, minus est specificé gravius.

¿Quomodo aestimatur gravitas absoluta et specifica? Absoluta est exacté ut massa: specifica est exacté ut densitas. Ergo de absolutâ et specificâ gravitate et volumine eadem dicimus, quae de aestimatione massae, densitatis, et voluminis.

¿Quid est gravitas absoluta? ¿Quid respectiva? Respectiva est ea, quâ descendit corpus aliquâ suae gravitatis parte impeditâ, ut accidit in descensu v. g. lapidis per aquam. Absoluta est illa, quâ libere descendit corpus, quod solúm accidit in medio non resistente.

DIALOGUS TRIGESSIMUS SEXTUS

De universalitate et essentialitate gravitatis.

¿ *Omnia corpora gravia sunt* ? Omnia corpora nota ad Terrae centrum tendunt, vel saltem id conantur. Hoc de ferè omnibus à nemine dubitatur: dubitatur de aliquibus, fumo, vaporibus, hujus generis aliis. Ast propterea gravia haec non esse contendunt, quia ascendere vissa sunt. Non vident autem id fieri ab aliorum corporum, quibus circumdantur, pressione. Propterea statim ac à circumdantibus corporibus separentur, ut in vacuo recipiente, descendunt.

¿ *Gravitas est essentialis* ? Ex dictis gravitas et attractio vis eadem sunt, et differunt nomine tenus. Attractio autem est essentialis. Ergo et gravitas. Ubi animadvertas oro ea omnia, quae diximus, ut probaremus incrementa et decrementa effectûs attractionis non officere illius vis essentialitati, pro gravitatis effectibus facere. Crescit et descrescit gravitatis effectus, sed non vis gravitatis: quo probando longiores non sumus, quia sat verborum fecimus cum de attractione loquebamur.

DIALOGUS TRIGESSIMUS SEPTIMUS

De praecipuis gravitatis phoenomenis.

¿ Quot sunt praecipua et notabiliora gravitatis phoenomena? Tria: Primum „Corpora gravia cujuscumque figurae, magnitudinis ac ponderis liberé cadentia aequali velocitate in medio non „resistente feruntur." Nemo, vel ín Physicis hospes, celebre experimentum in vacuo factum ignorat, quo lanae flosculum, pluma, et auri frustum eâdem ex altitudine missa, eodem tempore fundum attingunt. Ratio experimento est consona. Nam, licet in majori corpore major est gravitatum summa, quia major est numerus partium, distribuitur inter plures partes; et cum cuilibet eadem portio contingat, quia gravitas est essentialis, idem debet esse effectus. Fac duas partes habere plumam, centum auri frustum Duae erunt gravitates distribuendae inter partes duas, et quotus erit unum. Centum gravitates erunt in auro distribuendae inter centum partes. Quotus erit unum. Ergo ut unum feretur deorsum pluma, ut unum etiam aurum.

¿ Quodnam est secundum phoenomenon? „Corpora diversi generis per idem medium resistens „vi gravitatis cadentia diversa feruntur velocitate." Id quotidiana quemlibet experientia docet. Videmus enim ex duobus corporibus volumine paribus, disparibus densitate, densius citiûs descendere: descendere etiam citiûs illud, quod volumine est majus alio, et cum eo conveniat den-

sitate. Ratio consonat. Fac duo corpora volumina habere ut duo, densitates, primum ut quatuor, aliud ut ter. Cum medium resistens in ratione voluminis resistat, aequaliter ambobus corporibus resistet. Fac esse ut duo resistentiam, quam utrumque corpus experiatur. In primo ex vi densitati proportionali deme duo: manent duo. In secundo deme duo, manet unum. Inaequales ergo sunt vires descensum parientes. Inaequaliter ergo illa corpora cadent. Fac nunc duo corpora densitates habere ut quatuor, volumen primum ut unum, alterum ut duo. Primo deme unum ob resistentiam respectu voluminis. Manet vis ut ter. Deme in secundo ob resistentiam duo. Manet vis ut duo. Inaequales ergo sunt vires descensum producentes, Ergo inaequaliter illa corpora descendent. Clarius: in primo cassu ex partibus inaequalibus, demptis partibus aequalibus, manent partes inaequales. In secundo, ex partibus aequalibus, demptis partibus inaequalibus, manent etiam partes inaequales.

¿Quodnam est tertium phoenomenon? „Gra„via quaecumque liberé relicta, ubicumque loco„rum cadant, lineam sensibiliter rectam, atque „horizonti perpendicularem suo motu describunt." Hoc phoenomenon aeterna omnes experientia docuit.

¿Qué se infiere de este fenómeno? Que, si fuera la Tierra esférica, las líneas por donde cae el grave, que son sensiblemente perpendiculares al horizonte, irian al centro, si se prolongaran. Porque el horizonte se puede considerar, respecto á la Tierra, como una tangente respecto cualquiera esfera. Mas es propiedad de la esfera que vayan á su cen-

tro todas läs perpendiculares á la tangente. Luego si fuera la Tierra esférica &c.

Pero siendo la Tierra, como lo es, esferoide, ó como oval, digamoslo así, teniendo los polos mas cerca del centro que el equador, solo en algunos puntos irán al centro, si se prolongan, las perpendiculares al horizonte; mas en otros irán á un punto del exe.

DIALOGUS TRIGESSIMUS OCTAVUS

De praecipuis gravitatis legibus.

¿ Quot et quae sunt gravitatis leges ? Praecipuae tres. Prima: „ gravitas corporum est quantitati materiae proportionalis, et eadem est intensivé in omnibus partibus." Eamdem esse demonstrat aequalis celeritas omnium corporum in vacuo cadentium. Si ergo in omnibus partibus eadem est gravitas, ea proportione, quà augeatur numerus partium, et gravitas absoluta, seu pondus augebitur. Hoc ipsum ex gravitatis essentialitate probatur.

Legem secundam statuas „ Gravitas corporum, quae á centro Terrae diversam habent distantiam, et ultra Terrae superficiem sunt posita, est in ratione inversa quadratorum distantiae à centro." Legem hanc demonstravit Newtonus ex vi, quam habet Luna versus Terram. Ejus distantia est sexaginta semidiametrorum terrestrium. Et ostendit Newtonus ejus vim centripetam suo in loco comparatam cum vi, quam haberet ad distantiam Terrae unius semidiametri, esse ut unum ad

ter mille sexenta; quae vires respondent quadratis uniûs et sexaginta inversé positis.

Ut probetur haec lex, omnia faciunt, quae de attractione loquentes pro eâdem lege, quae in illa servatur, statuenda et confirmanda produximus.

Tambien se prueba con egemplos. Pongase un hombre á leer á distancia de una bugia, en que lea con comodidad, y de modo que, si se separa un poco mas, le cueste trabajo leer. Supongamos que esta distancia es de una vara. Si se pone á dos varas, no puede leer con la misma comodidad, que leia á una, cuando habia una bugia, sino pone junto á ella tres mas. Luego á una vara es necesaria una luz: á dos varas cuatro. ¿Y cuánto mengua la luz á una vara respecto de dos? En la misma razon que el quadrado de uno y de dos puestos inversamente. De otro modo: (figura 13). Sea el cuerpo luminoso A colocado en el centro, y que alumbre la superficie concava de la esfera B C D, y de la esfera F G E. Es claro que la misma cantidad de luz, que se gasta en alumbrar la chica, se gasta en alumbrar la grande. Luego á cada parte de la superficie mayor tocará tanta menos luz, que á cada parte de la superficie menor, cuanto es la grande mayor que la chica. De lo que se infiere que la intensidad de la luz es tanto menor, cuanto la superficie, que se ha de alumbrar, se hace mayor. Luego está en razon inversa de las superficies. Es así que las superficies esféricas estan en razon duplicada de sus radios. Luego la intensidad de la luz está en razon inversa duplicada de los radios, que representan las distancias. Al mismo modo será la gra-

vedad respecto á los cuerpos, que esten en B, y F, y en C, y G, y D, y E. Esto es, el cuerpo puesto en B, gravitará hacia el centro A, tanto mas que el mismo cuerpo puesto en F, cuanto es mayor el qnadrado de A F, que el quadrado de A B. Porque se puede concebir la gravedad como una qualidad uniformemente difundida del centro, á que van los graves, asi como la luz emanada del cuerpo radiante.

¿ In corporibus, quibus experimenta colligimus, in terrestri atmosfera posstitis, quae parum á centro distant, haec lex sensibiliter observatur? Minimé: haberi potest gravitas tamquam uniformis et constans. Nam centrum Terrae á Terrae superficie distat novemdecim milliones sexentos quindecim mille octingentos pedes. Altitudo á Terrae superficie, ad quam capi possunt experimenta, est trecentorum pedum, qui excesus distantiae á centro in corpore ad illam distantiam locato respectu locati in superficie absque errore physico contemni potest, cum differentiam sensibilem non producat.

Lex tertia hìc locum habet. Ecce illa. „Gravitas corporum cadentium motum uniformiter „accelerat." Hoc ratione et experientia conficitur. Ratione: Gravitas est uniformis et constans. Ergo aequalibus temporibus aequales velocitates communicabit. Hae velocitates ab inertiâ cadentis corporis conservantur. Ergo esse debet uniformis acceleratio. Experientiâ videtur. Celebrioribus observantibus Physicis, corpus ex altâ turri demissum spatia descripsit ita, ut primo secundo minuto quindecim pedes, secundo quadraginta quin-

que, tertio septuaginta quinque, quarto centum et quinque percurrisset: quo patet quolibet tempore triginta vicibus majorem fuisse descensum, ac inde uniformiter auctum fuisse. Insuper, idem observavit Atroodus suâ inventâ machinâ, quâ descensum corporis juxta tabulam gradibus distinctam observavit, eamdemque uniformem accelerationem notavit.

¿ Quid eveniet in corporibus sursum perpendiculari linea projectis ? Ascendent motu uniformiter retardato. Nam, cum contra gravitatem moveantur, gravitasque sit uniformis et constans, singulis ascensús momentis aequales verticales impetûs gradus extinguet. Hoc etiam experimentis à Physicis est confirmatum.

ARTICULUS SECUNDUS.

DE GRAVIUM MOTIBUS.

DIALOGUS TRIGESSIMUS NONUS

DE GRAVIUM MOTIBUS, AC PRIMÓ DE MOTU PERPENDICULARI.

¿ Quot modis fieri possunt gravium motus ? Quatuor: vel per lineam perpendicularem, vel per horizonti obliquam, vel per curvam circularem, vel per curvam parabolicam.

Loquaris de perpendiculari. Los incrementos ó decrementos de velocidad en el movimiento uniformemente acelerado ó retardado estan en razon directa de los tiempos (Figura 14).

Supongase la línea A G dividida en las partes iguales A B, B D, D H, H G, y la línea A X dividida en partes iguales tambien, que serán A O, O F, F V, V X. Desde los puntos B D H tirense paralelas á G I, perpendiculares á X I, y tirense tambien desde los puntos O F V paralelas á A G, y perpendiculares á G I. Se formarán varios paralelogramos iguales.

Sea la línea A G el tiempo en que baja un grave. Las partes A D, B D, D H, H G, sean tiempos, partes iguales del total. En el primer tiempo A B la velocidad puede representarse por B C, porque alguna ha de ser, y podemos señalarla á nuestro arbitrio. La velocidad del segundo tiempo B D será D E, porque debiendo ser doble de la primera, á causa de conservarse esta por la inercia, y agregarse otra igual á la anterior por el nuevo impulso de la gravedad, que es igual al primero, por ser fuerza uniforme y constante, está bien representada, por ser la línea D E doble de la B C, siendo compuesta de dos bases de paralelogramos iguales á aquel, de quien es base B C. En el tercer tiempo D H la velocidad será H L, por la misma razon; y en el cuarto H G la velocidad será G I. Tirese la diagonal A I, que toque el límite de las líneas, que representan las velocidades. Tenemos los triangulos semejantes A B C; A D E, A H L, A G I. En los triangulos semejantes los lados homologos son proporcionales, y así A B es á B C, como A D, á D E, y A D, es á D E, como A H, á H L &c. Es así que A B, A D, A H, A G, representan los tiempos en que cae

un grave, y B C, D E, H L, G I, las velocidades. Luego en el movimiento uniformemente acelerado, los incrementos de velocidad, estan en razon directa de los tiempos

Para demostrar lo mismo de los decrementos en el movimiento uniformemente retardado, no hay mas que variar las palabras, en que *baja* ó *cae* el grave, y decir en que *sube*, cuando se habla de los tiempos, y decir la velocidad, que *pierde* un grave, cuando se trate de señalar la velocidad perdída al subir.

El espacio que corre un grave al bajar con uniforme aceleracion, ó que deja de correr con uniforme retardacion, es la mitad del que corriera con movimiento igual, teniendo desde el principio toda la velocidad adquirida al fin, ó del que dejara de correr, si hubiera perdido desde el principio toda la velocidad, que llegó á perder al fin.

Si en el tiempo A G corriera el cuerpo por todo él con la velocidad G I, hubiera corrido un espacio, que se representaria por el rectangulo A G I X. Mas como no tuvo desde el principio toda la velocidad G I, sino que la adquirió por grados, siendo (como se vió antes en la primera demostracion de esta figura) B C en el primer tiempo, D E en el segundo, H L en el tercero, y G I en el cuarto, los espacios corridos reunidos serán el area, que se cierre por la base G I y la altura A G, y la diagonal A I, que toca el limite de las líneas, que señalan las velocidades. Esta es el triangulo A G I, el cual es la mitad del rectangulo A G I X. Luego es el

espacio corrido con uniforme aceleracion la mitad del que se corriera con movimiento igual, siendo uniforme la velocidad final.

Para demostrar lo mismo en el movimiento retardado, no hay mas que considerar las líneas B C, D E, H L, G I como perdidas de velocidad, y no como adquisiciones.

Los espacios, que corre un grave en el movimiento uniformemente acelerado, ó que deja de correr en el uniformemente retardado, computados desde el principio, estan en razon duplicada, ó son como los quadrados de los tiempos.

Con movimiento ecuable, y con toda la velocidad B C, hubiera el cuerpo corrido en el tiempo A B el rectangulo A B C O. Mas como con uniforme aceleracion se corre la mitad, solo será el espacio del primer tiempo el triangulo A B C. En los dos tiempos A D por la misma razon el espacio corrido se representará por el triangulo A D E. En el tercero por el triangulo A H L, y en el cuarto por el A G I. Estos triangulos son semejantes. Los triangulos semejantes estan en razon duplicada de los lados homologos, y así los cuatro dichos triangulos serán entre sí como los quadrados de los lados A B, A D, A H, A G. Es así que estos lados representan los tiempos, y los triangulos eran los espacios. Luego en el movimiento acelerado uniformemente los espacios computados desde el principio son como los quadrados de los tiempos.

Para demostrar lo mismo en el movimiento uniformemente retardado, no hay mas que sostituir á las palabras *corriera* que *dejára de*

correr, y á la otra expresion hubiera *corrido*, hubiera *dejado de correr &c.*

¿Como serán los tiempos y las velocidades en el movimiento perpendicular del grave? Como la raiz cuadrada del espacio. Es claro: puesto que los espacios son como el cuadrado de los tiempos, el tiempo será como la raiz cuadrada del espacio. Y como se ha demostrado tambien que las velocidades son en razon directa, ó son proporcionales á los tiempos, se sigue que la velocidad de un grave, cayendo perpendicularmente, es como la raiz cuadrada del espacio.

Los espacios, que corre el grave con movimiento uniformemente acelerado, ó deja de correr con él uniformemente retardado, computados de por sí, son entre sí como los números igualmente desiguales 1, 3, 5, 7, 9, &c.

En la demostracion anterior de esta figura se vió que el espacio del primer tiempo fué el triángulo A B C, el de los dos primeros tiempos el triángulo A D E, el de los tres tiempos A H L, y el de los cuatro A G I. Yendo contando el espacio de cada tiempo de por sí, se vé que en el primer tiempo el espacio es el triángulo A B C, el del segundo el trapecio B C D E, que contiene, como se ve, tres triángulos iguales á el primero: el del tercer tiempo el trapecio D E H L, que contiene cinco triángulos iguales á el primero &c. Luego los espacios, que corre el grave &c.

¿Quae de perpendiculari gravium motu exposuisti, et geometricè demonstrasti, ratione et experientià confirmari possunt? Possunt. Ratione in

primis: gravitas uniformis et constans primo tempusculo unum impulsum communicat, et unam velocitatem producit, cui aequalis est, quam secundo tempusculo, quam tertio, quam caeteris communicat. Cum autem omnes ab inertia conserventur, primo tempusculo una, secundo duae, tertio tres &c. velocitates respondent. Ergo sunt in ratione directa temporum.

¿*Sunt aequales omnes hae velocitates?* Sunt; sed quae conservantur sunt majoris energiae. Velocitas primi temporis per gradus fuit adquisita, ita ut usque ad finem non fuerit tota, quae fuit. Haec, conservata secundo tempore, ab initio fuit tota. Ergo majorem effectum producere debet, id est, majus spatium percursum, quod non difficulter concipitur esse debere duplum primi. Idem ob dicta 2ª figurae demostratione dicas de velocitatibus aliis temporibus conservatis. Ergo, si primo tempore unum spatium percurritur, secundo percurruntur duo ob primam velocitatem conservatam, et unum ob novam á gravitate hoc secundo tempore productam. Ergo est triplum primi. Tertio tempore ob duas velocitates conservatas percurruntur quatuor spatia primo aequalia, et unum ob novam velocitatem. Ergo erit spatium primi quintuplum, et sic deinceps. Sunt igitur spatia percursa ut unum, tria, quinque, septem &c., et si ab initio computentur, ut unum, quatuor, novem, sexdecim &c., quae sunt inter se ut quadrata temporum. In motu ascensûs amittuntur velocitates, et amissiones inertiae caussa conservantur. Ergo ordine inverso idem demonstrari potest.

Experimenta exponas. Repetitis vicibus clarissimi Physici viderunt corpora ab altis turribus demissa percurrisse primo minuto secundo pedes quindecim, secundo quadraginta quinque, tertio septuaginta quinque, quarto centum et quinque &c. Haec spatia computata ab initio dant uno et primo minuto secundo quindecim pedes, duobus sexaginta, tribus centum triginta quinque, quatuor ducentos quadraginta. Haec autem spatia sunt inter se ut quadrata temporum unum, duo, tria, quatuor. Id ipsum sua machina expertus est Atroodus, cum, demisso corpore juxta tabulam gradibus distinctam, vidit omnia, quae de descensu perpendiculari hactenus exposuimus.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS.

De motu gravium obliquo.

¿*Quando corpus obliqué cadit?* Quando per planum inclinatum descendit.

¿*Quid est planum inclinatum?* Superficies plana ad horizontem inclinata ut A. B. (Figura 15.ª)

¿*Quid est plani longitudo et altitudo?* Altitudo est perpendicularis linea ducta ad horizontem ex plani extremo ut A C. Longitudo est linea ipsa horizonti inclinata ut A B. (Figura 15.)

¿*Quid est angulus inclinationis vel elevationis?* Qui efformatur ab altitudine et longitudine, ut angulus C A B.

¿*Quid supponunt Physici dum de corporis*

per planum descensu loquuntur? Nullum impedimentum, nec ob aerem, nec ob frictionem inveniri. Quod adest, facit quod subduci debeat diminutio producta ab effectibus, quos assignant.

¿Como es la gravedad respectiva respecto á la absoluta en el cuerpo que cae por un plano? La gravedad respectiva es á la absoluta como la altura del plano á la longitud.

Al caer el cuerpo A por A C, línea que expresará la gravedad absoluta, esta fuerza de gravedad se puede resolver en las dos A D, y A H. Cuando obran para echar el cuerpo A por el largo del plano A B, queda solo la A H, que será la gravedad respectiva. La otra se pierde por opuesta á el plano. Tírese á su fin en H una perpendicular desde el punto C, fin de la gravedad absoluta. Tendrémos los dos triángulos semejantes A H C, y A C D. En los triángulos semejantes los lados homólogos son proporcionales, y por tanto A H, gravedad respectiva, es á A C, gravedad absoluta, como A C, altura del plano, á A B, que es la longitud Luego la gravedad absoluta es &c.

¿Quid ex dictis deducis? Gravitatem respectivam esse inversé ut angulus inclinationis. Nam, quo minor est, magis accedit longitudo ad perpendicularem, ac propterea minor est, ex quo patet magis gravitatem respectivam ad absolutam accedere: é contra, quando major est angulus inclinationis, magis recedit longitudo á perpendiculari, ac propterea magis distat quantitas gravitatis respectivae ab absolutae quantitate. Verbo: quando major est angulus, magis longitudo,

opponitur gravitati; quando minor est angulus, minus longitudo gravitati opponitur. In primo cassu minor est gravitas respectiva, major in secundo.

¿*Omnia quae dixisti de velocitatibus adquisitis, de earum proportione cum tempore, et de spatiis percursis á corpore perpendiculariter cadente, vel ascendente, locum habent in corporibus, quae per planum inclinatum moventur?* Utique; cum quia experientià repetitis vicibus á Galileo iteratâ constat, tum quia id ratio apertissimé suadet.

Planum corpori impedimentum opponit constans et uniforme. Ergo singulis gravitatis impulsibus aequalem portionem adimet, quibus demptis, portiones, quae restent, eamdem proportionem inter se habebunt, quam antea habebant. Fac impulsibus gravitatis, qui sint ut unum, corpus percurrere spatia primo tempore ut unum, secundo ut tria, tertio ut quinque. Si ob plani impedimentum quilibet impulsus dimidiam portionem amittat, spatia erunt primo tempore ut dimidium, secundo ut tria dimidia, tertio ut quinque dimidia. Hae autem medietates sunt inter se ut unitates, quarum sunt medietates.

¿*Quomodo est celeritas, et quomodo spatium, quando corpus per planum inclinatum descendit, si comparentur cum celeritate, et spatio, quae pari tempore corpus haberet, si percurreret per plani altitudinem demissum?* Ut altitudo plani ad longitudinem. Nam celeritas adquisita, et spatium descriptum á corpore currente per plani longitudinem sunt effectus gravitatis res-

pectivae. Celeritas vero adquisita, et spatium percursum pari tempore per altitudinem, sunt effectus gravitatis absolutae. Ergo hac velocitates, et spatia inter se comparata erunt ut vires ea producentes, sive ut gravitas respectiva ad absolutam, quae est ut altitudo plani ad longitudinem.

¿*Quaenam ex iis deducuntur*? Deducitur 1º celeritatem adquisitam á corpore, quando ad extremum longitudinis plani pervenit, esse aequalem velocitati adquisitae á corpore, cum ad extremum altitudinis pervenit. Nam corpus descendens per altitudinem tantum accedit ad horizontem, quantum descendens per longitudinem. Ergo vis gravitatis effectiva, quae operatur, cui respondet celeritas, debet esse aequalis. Cum impulsus partiales, ex quibus componitur totalitas impulsuum, in aliquo minuantur ob plani resistentiam, gravitas has diminutiones debet supplere, plures impulsus communicando corpori descendenti per longitudinem, quàm ipsi descendenti per altitudinem: Ast cum eà proportione augeatur numerus impulsuum, quà decrescunt impulsus partiales, sequitur omnia compensari, et velocitatem per longitudinem esse aequalem ei, quà corpus cadit per altitudinem, ubi nec minuuntur quantitate, nec crescunt numero partiales impulsus.

Deducitur 2º scire nos posse punctum, ad quod perveniet corpus per longitudinem descendens tempore, quo totam altitudinem percurrisset. Cum hoc spatium percurssum per longitudinem, comparatum cum spatio per altitudinem, esse debeat ut altitudo plani ad longitudinem, punctum longitudinis, usque ad quod hoc spatium

cucurrerit corpus, habebitur ducendo ex C extremo altitudinis perpendicularem ad longitudinem, quae tanget illam in H, et tunc H A erit ad A C, ut A C ad A B; sive spatium percursum per longitudinem, ad spatium percursum per altitudinem, ut altitudo plani ad longitudinem.

Se infiere tambien que el diámetro y todas las cuerdas de un círculo se corren en igual tiempo por un cuerpo que caiga por dichas líneas (Figura 17.)

El diámetro del círculo A C B E D se puede considerar como altura de otros tantos planos inclinados como las cuerdas A D, A E, A F, A C, que se pueden considerar prolongadas fuera de la circunferencia hasta que lleguen á la tangente, que puede tirarse al punto B, fin del diámetro. Desde este punto tírense perpendiculares á las cuerdas, y las tocaran en el punto, en que ellas llegan á la circunferencia, como se vé en D B, E B, F B, B C. Está demostrado que en el mismo tiempo se corre por el alto del plano, que por el largo hasta el punto, en que llegue la perpendicular tirada desde el extremo del alto del plano á la longitud. Luego el diámetro y todas las cuerdas &c.

¿Quomodo est tempus corporis per longitudinem plani descendentis? Tempus, quo grave descendit per planum inclinatum usque ad longitudinis finem, est ad tempus, quo per altitudinem liberé descenderet, ut longitudo plani ad altitudinem. Tempus namque descensûs per totam longitudinem est aequale tempori, quo eam mo-

tu aequabili percurreret dimidia celeritate ultimó adquisita. Tempus descensùs per altitudinem est aequale tempori, quo eam percurreret aequabili motu dimidia celeritate ultimó adquisita. Hae celeritates dimidiae sunt aequales, quia illae integrae sunt aequales, ut supra dictum est. Ergo tempora erunt ut spatia, quia in motu aequabili, cum celeritates sunt aequales, tempora sunt ut spatia. Ergo tempus descensus per longitudinem plani est ad tempus descensus per altitudinem, ut longitudo ad altitudinem.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS PRIMUS.

De motu per circularem lineam sive de pendulis.

¿*Loquaris de motu gravium circulari in pendulis. Quid est pendulum?* Corpus grave ab aliquo puncto suspensum, circa quod ascensus et descensus reciprocos efficit.

¿*Quotuplex est pendulum?* Simplex, si unico constet pondere, et compositum, si pluribus constet.

¿*Quid est punctum suspensionis?* Illud circa quod rotatur pendulum.

¿*Quid sunt vibrationes, seu oscillationes?* Ascensus et descensus penduli.

¿*Quid est axis oscillationis?* Recta linea per centrum suspensionis transiens, et parallela horizontali.

¿*Quid est curva isochrona?* Linea, per quam pendulum efficit oscillationes.

¿Quid supponunt Physici de pendulo loquentes? Nec rigiditatem, nec gravitatem in virga, quâ suspenditur pendulum, nec aëris resistentiam, nec frictionem in suspensionis puncto. His suppositis, suos canones circa pendula efformant, et postea ab effectibus, quos assignant, subduci debent variationes, quae illa impedimenta inducant.

¿Quid eveniet in pendulo simplici si attolatur in altum? Un péndulo simple levantado al extremo de un árco descenderá á su centro, subirá desde él á otro extremo del arco, volverá al centro, de allí al extremo de donde bajó primero, de él otra vez al centro, y continuará por este órden sin interrupcion sus reciprocas oscilaciones. (Figura 18.)

El péndulo P, puesto en R, es impelido por su gravedad por la línea R H, y tirado por la cuerda ó vara de que penda por R S. En virtud de estas dos fuerzas ó impulsos debe ir por R P. En llegando á P, tiene la fuerza ó velocidad P I, adquirida en el descenso, que es la tangente del arco R P A, y es tirado por la cuerda ó vara con la direccion P S. En virtud de estas dos fuerzas debe ir por P A. Al llegar á A, vuelve á obrar la gravedad por A I, y á contener la cuerda por A S: cae á P. Allí hay la velocidad adquirida en el descenso, que es P H, y la cuerda tira por P S. Subirá pues á R. Y así en los demas tiempos. Luego un pendulo simple levantado &c.

¿Las oscilaciones por ambos arcos son de igual duracion? Lo son, porque son iguales los arcos R P y P A, y no hay motivo para que se

corran en desiguales tiempos, siendo iguales las fuerzas, con que se corren. Esta igual duracion del movimiento en los dos arcos, que juntos forman toda la curva, que corre el péndulo, ha hecho que se le dé el nombre de isochrona, que es griego, y significa la igualdad del tiempo, en que se corre.

¿ Las oscilaciones pequeñas de un mismo péndulo por arcos circulares ya mayores, ya menores, son de igual duracion? Son sensiblemente iguales en duracion. (Figura 18.)

Los pequeños arcos como B C y A C no se distinguen sensiblemente de sus cuerdas. Es asi que todas las cuerdas se corren en el mismo tiempo. Luego un péndulo corre en el mismo tiempo sensiblemente arcos desiguales de un mismo círculo.

¿ Sunt hae vibrationes de quibus loquimur exactè et geometricè aequidiuturnae? Minime, et inde exoritur in horologiis oscillatoriis aliqua variatio. Impedimenta praecipuè á frictione orta efficiunt, quod majores vèl minores arcus excurrat pendulum, ac inde quod citiús vel tardiús horologium horam dessignet. Ut huic incommodo obviaret Huyghens pendulum efformavit, quod non arcum circularem, sed cicloidalem percurreret. Licet plausu inventum receptum fuisset, hodie oblivioni est datum, propterea quia satius vitatur illud incommodum aliis inventis, quae faciliús praxi reduci possunt, et quia hodie nullius est usûs hoc cicloidale pendulum. Brevitati consulentes, non demonstramus inaequales arcus cicloidales eodem tempore geometricè percurri: Ut autem curiositati satisfaciamus, incommodum, de

quo loquebamur, hodie vitari dicimus horologia construendo tali arte, ut frictiones non pariant effectum, qui sit sensibilis in parvis arcubus circularibus, quos solet describere pendulum.

¿Como son los tiempos, que gastan los pendulos desiguales en sus oscilaciones? Los tiempos de las oscilaciones de dos péndulos desiguales estan en razon subduplicada, ó son como la raiz cuadrada de la largura de los mismos péndulos. (Figura 20.

Siendo asi que superficies curvas semejantes, y colocadas semejantemente, se componen de infinitos planos pequeños, proporcionales y semejantemente inclinados, podemos comparar el descenso por un arco al descenso por un plano inclinado. El tiempo, que gasta un grave en bajar por un plano, es como la raiz cuadrada del espacio que corre por él. Luego el tiempo, que el péndulo A gasta en correr el arco D A B, es al tiempo, que gasta el péndulo X, en correr al arco G X A, como la raiz cuadrada del arco D A B es á la del arco G X A. Estos arcos son entre sí como sus radios C A, E X, y estos radios son las larguras de los péndulos C A, E X. Luego los tiempos &c.

¿Quid ex hac doctrina deducitur? Si tempora oscillationum duorum pendulorum inaequalium sunt inter se ut radices quadratae longitudinum pendulorum, longitudines erunt ut quadrata temporum. Ex quo fluit in horologiis oscillatoriis, cum retardant, lentem esse attollendam, ut minori tempore pendulum moveatur: et cum ac-

celerant, lentem esse deprimendam, ut majus tempus pendulum oscillando insumat.

¿*Quid dicis de pendulis ejusdem longitudinis sed diversae gravitatis?* In pendulis ejusdem longitudinis tempora oscillationum per arcus aequales sunt inversé ut pendulorum gravitates. Nam, quo major est gravitas, major vis est ad oscillandum per idem spatium, ac propterea major celeritas, ac inde minus tempus. Ex hac doctrina deduxit Richerius corpora magis ponderare sub polis, quam sub aequatore. Quia observavit idem pendulum citius oscillare in locis polaribus, quam in aequinoctialibus, ille cum caeteris Physicis intellexit Terrae figuram non esse sphaericam, sed sphaeroidalem compressam ad polos.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS SECUNDUS.

De motu parabolico.

Ut de motu gravium parabolico loquamur dic in primis quotuplex est projectio? Perpendicularis, horizontalis, et obliqua.

¿*Quid est angulus elevationis vel projectionis?* Angulus, quem efficit directio projectionis cum horizonte.

¿*Quid est semita projecti, curva projectionis vel trajectoria?* Curva, quam cadendo describit grave horizontaliter vel obliquè projectum.

¿*Quid est amplitudo et altitudo hujus curvae?* Amplitudo est recta horizonti parallela, quae duci potest ex puncto, á quo projicitur corpus, usque ad locum, in quo cadit: altitudo est

recta perpendicularis ex elevatiori curvae puncto ducta ad amplitudinem.

¿Quomodo movetur corpus perpendiculariter sursum vel deorsum projectum? Perpendiculariter ascendit motu uniformiter retardato, vel perpendiculariter descendit motu uniformiter accelerato.

¿Et corpus horizontaliter vel obliqué projectum? Si un cuerpo es arrojado horizontal, ú oblicuamente, describe una línea parabólica. (Figura 21.)

Arrójese el cuerpo A por la línea A D. Tendrá dos fuerzas: la de proyeccion A D, y la de su gravedad, que se representa por A 5: la primera, por ser uniforme, divídase en las partes iguales A O, O E, E D: la segunda, por ser uniformemente acceleratriz, divídase en partes que sean entre sí como 1, 3, 5, y serán A 1, 1 3, 3 5. En el primer tiempo estará el cuerpo en O, en el segundo en E, y en el tercero en D, si obrase solo la fuerza A D: y si obrase solo la gravedad, en el primer tiempo estará en 1, en el segundo en 3, en el tercero en 5. Obrando á la par A O, y A 1, irá el cuerpo por A M hasta M en el primer tiempo: en el segundo en virtud de M a, igual á O E, y de M b, igual á 1 3, irá por M N hasta N. En el tercero en virtud de N G, igual á E D, y de N Z igual á 3 5, irá por N L hasta L. Mas A M, M N, N L componen una línea parabólica, porque es propiedad de esta línea, que los cuadrados de las ordenadas sean entre sí como sus correspondientes absisas, y esto sucede á la línea A M N

L, porque el cuadrado de 1 M que es una parte de A D, igual á A O, primera ordenada, es 1, el cuadrado de 3 N, que es doble de 1 M, y segunda ordenada, es 4, y el cuadrado de 5 L, que es tripla de la 1 M, y tercera ordenada, es 9: y las absisas son 1 la primera, 1 mas 3 la segunda, y 1 mas 3 mas 5 la tercera. Luego si un cuerpo es arrojado &c.

¿Quid eveniet corpori, quod sursum verticaliter projiciatur á motore motu uniformi horizontaliter translato? Describet lineam parabolicam, quia adest vis uniformis communicata tempore projectionis ab ipso motore, et vis gravitatis; sed corpus projectum supra motorem cadet, quia tantum, quanta est amplitudo parabolae, percurritur á motore translato, dum corpus projectum illam amplitudinem percurrit. Hoc accidit in tormento bellico navi ducto verticaliter pilam ferream emittente, et in pila á summitate malí liberé demissa, dum interim navis transfertur.

¿Quid supponit qui motum parabolicum projectionis statuit? Non esse á medii resistentia retardationem. Praxi pensanda est haec retardatio, quae parabolam aliquantulum immutat. Aer exiguam producit retardationem. Newtonus invenit curvam in medio plusquam aer resistente corpora lineam describere, quae ad hiperbolam accedit.

¿Dada la proyeccion oblicua, se puede determinar la altura y anchura de la parabola? Dada la linea, que exprese la fuerza de proyeccion, y la oblicuidad que tenga, la altura, será la quarta parte de la linea perpendicular, que

se tire desde el extremo superior de ella, hasta el punto que esté perfectamente en frente del punto donde principia; y la anchura la línea que se tire de un punto de estos al otro. (Figura 22.)

Sea la línea K la que exprese la oblicuidad de la proyeccion, y el tamaño de la fuerza, que la hace. Supóngase producida por las fuerzas A E y A J. Divídase A E en las cuatro partes iguales A B, B C, C D, D E, y la A J en las cuatro partes iguales A G, G H, H Y, Y J. En el primer tiempo deberá estar el cuerpo impelido por A B y A G en el punto l; pero suponiendo A G dividida en cuatro porciones iguales, y que en el primer tiempo del ascenso por A G deberia el cuerpo perder una parte, no queda para producir el movimiento á la fuerza perpendicular mas que A s. En virtud de A s y A B irá el cuerpo por la diagonal A m. En llegando á m, tendrémos para producir el movimiento siguiente m r, y de una cuarta parte de la fuerza perpendicular dividida en cuatro partecillas se pierden tres en este segundo tiempo, por ir el cuerpo contra la gravedad, y quedará solo m l. En virtud de m l, y m r, irá el cuerpo por la diagonal m n. Al llegar el cuerpo á n, debe perder cinco partes iguales á la una, que perdió en el primer tiempo, y á cada una de las tres que perdió en el segundo: que quiere decir que pierde todas las cuatro partecillas correspondientes á este tercer tiempo para la subida, y tiene una en contra, ó que impele hácia abajo, que será n r. En virtud de n r y

n t, irá el cuerpo por n o. Al llegar á o, tiene la fuerza horizontal o S, y debe perder siete partecillas de la fuerza perpendicular; que quiere decir todas las cuatro pertenecientes á este cuarto tiempo, y hay tres encontra de ella, ó para bajar, que será la porcion o D, igual á s A, que consta de tres partes. En virtud de o D y o S irá el cuerpo por la diagonal o E. De modo que habrá corrido la línea parabólica A m n o E. Es asi que la altura de esta línea es C n, y la anchura a E, altura que es la cuarta parte de la línea perpendicular, que se tira desde K, extremo de la fuerza de proyeccion perpendicularmente al punto E, que está perfectamente en frente, y en la misma horizontal al punto A principio de la línea de proyeccion: cuarta parte dige, porque C n es igual á A G, por la construccion: y anchura, que es la línea que se tira desde el principio de la línea, que expresa la proyeccion hasta el punto, en que cae la perpendicular tirada desde el fin de dicha proyeccion &c. Luego dada &c.

¿ Qué se infiere de esta doctrina? Que la mayor anchura de la parabola, combinada con la mayor altura posible bajo una fuerza de proyeccion determinada, se obtiene cuando forme la línea de proyeccion con la horizontal un ángulo semirecto ó de 45 grados. (Figura 23). Sean las proyecciones A R, A F, A E iguales todas, porque son radios de un mismo círculo, cuyo arco es E F R, y el centro A. Siendo la proyeccion del cuerpo A E por mas de 45 grados, será la anchura de la parabola por lo demostrado antes

A Y, y la altura la cuarta parte de Y E. Si la proyeccion es A F por 45 grados, la anchura de la parabola será A J y la altura la cuarta parte de J F. Siendo la proyeccion A R por menos de 45 grados, será la anchura de la parabola A H, y la altura la cuarta parte de H R. En el primer caso la altura es mas que en el segundo, porque la cuarta parte de Y E es mayor que la cuarta parte de J F, pero la anchura es menor porque A Y es menor que A J. En el tercer caso la anchura de la parabola es mayor que en el segundo, porque A H es mayor que A J; pero la altura es menor, porque la cuarta parte de H R es menor que la cuarta parte de J F. Luego para no perder altura ganando anchura, como en el último caso, ó para no perder anchura ganando altura como en el primer caso: ó lo que es lo mismo para combinar la mayor anchura con la mayor altura posible en la parabola, ha de ser la proyeccion por 45 grados.

Articulus tertius

De centro gravitatis.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS TERTIUS

De centro gravitatis, ubi de corporum lapsu et quiete.

¿ *Quot centra in corpore considerantur?* Centrum magnitudinis, et centrum gravitatis.

¿Quid sunt haec centra? Centrum magnitudinis est punctum, in quo dividitur corporis volumen in duas partes aequales: centrum gravitatis est punctum, in quo dividitur corpus in duas partes aequiponderantes.

¿Quibus in corporibus haec centra in eodem puncto reperiuntur? In corporibus homogeneis et regularibus. In haeterogeneis vel irregularibus differunt haec puncta.

¿Ubi supponunt Physici totam gravitatem corporis adunari? In centro gravitatis. Nam, ut statim videbimus, si hoc punctum sustinetur, licet non sustineantur alia puncta, corpus non cadit.

¿Quid est commune centrum gravitatis? Punctum illud, quo sistit recta virga, cujus in extremis suspenduntur duo corpora aequilibrium servantia, ita ut unum deprimi nequeat, nec alterum elevari.

¿Quando corpus cadet? Si la línea de direccion tirada desde el centro de gravedad de un cuerpo al horizonte cae fuera de la base del cuerpo, cae el cuerpo. La razon es, porque, cayendo la línea de direccion dentro de la base, tiene el centro de gravedad apoyo, como se ve en la figura 24, en donde las partes, que hay desde el centro al suelo, sostienen al centro de gravedad; y cayendo la línea de direccion fuera de la base, se ve que no hay apoyo desde el punto A hasta el suelo.

¿Quid ex allatis deduces? Primum: pro majori basi firmiús consistit corpus, quia difficiliús linea directionis extra basim cadit. Secundum:

posse construi aedificia inclinata, quae firma consistant, ut turris Pisana alta pedes centum quadraginta octo, et inclinata quindecim, et Bononiensis alta quinquaginta pedes, inclinata novem. In his turribus directionis linea cadit intra basim. Tertium: hominem habentem gravitatis centrum infra umbilicum inter nates et pubim non cadere, cum utroque pede insistit, quia intra ipsos cadit línea directionis; si verò unum pedem elevet, ad latus oppositum inclinat humerum, ut linea directionis intra illum pedem, qui suam basim efficit, cadat: Hominem per declivia descendentem inclinare corpus debere retrorsum, ascendentem antrorsum. Bajulos onera humeris gestantes, et homines à tergo gibbosos caput pectusque inclinare. Eos, qui obesiorem ventrem habent, mulieresque gravidas, caput elevare inclinareque retrorsum.

¿Hay otros casos, ademas de aquel, en que la línea de direccion vaya á dar fuera de la base, en que caiga el cuerpo? Si hay, y es cuando desde el centro de gravedad se puede tirar hacia la Tierra una línea oblicua, y paralela al plano, sobre que insista el cuerpo; en cuyo caso cae resbalando. Esto sucederá al cuerpo I, que insiste sobre el plano inclinado B A C (figura 15). La razon es, porque la fuerza de gravedad I d, se descompone, y resultan, para producir el movimiento por la direccion de la gravedad I d las fuerzas I c, I a. La fuerza I c, por opuesta al plano, se extingue, y queda solo la fuerza I a, la cual, como no tiene obice, por ser paralela al plano, hace resbalar al cuerpo por el pla-

no A B. Pero se advierte que si el plano tiene poca inclinacion, la fuerza M o paralela al plano es muy pequeña, como se ve en la figura 16, donde M o es paralela al plano: entonces puede suceder que esta pequeña fuerza no pueda vencer la oposicion, que presta el rozamiento del plano, y no caerá el cuerpo.

CAPUT DUODECIMUM

DE MACHINIS.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS QUARTUS

DE MACHINIS, EARUM GENERIBUS, ET PRINCIPIIS, EX QUIBUS EARUM EFFECTUS DEDUCUNTUR.

¿Est in Physica medium aliquod, quo corporum resistentiam á gravitate, inertia, cohaessione vel aliis viribus provenientem superemus, ita ut minori conatu corpora moveamus? Machinarum usus.

¿Quid est machina? Instrumentum, quo mediante, resistentia, vel pondus minori vi, vel tempore potest vinci, et moveri.

¿Quotuplex est machina? Duplex, simplex et composita, quae ex pluribus simplicibus tamquam partibus constat.

¿Quot sunt machinae simplices? Octo: scilicet vectis, libra, axis in peritrochio, rotae dentatae, trochlea, planum inclinatum, cuneus, cochlea, quae nostro idiomate ita exprimuntur, palanca, balanza ó peso, exe en la rueda ó torno, rue-

das dentadas, garrucha, plano inclinado, cuña, tornillo.

¿ *Definienda sunt aliqua vocabula, ante quam machinarum descriptionem efficias?* Aliqua, nempe potentia, resistentia vel pondus, centrum motus.

¿ *Quid est centrum motus, vel punctum suspensionis, fulcrum, sive Hypomoeblium, quod Hispani vocant punto de apoyo?* Est punctum, circa quod virga, cujus extremis pondus, et potentia ponuntur, moveri potest. Tale est punctum F (Figura 25).

¿ *Quid est potentia?* Vis machinae applicata, sive ut corpus moveat, sive ut corpus sustineat.

¿ *Quotuplex est potentia?* Duplex: animata, ut homo, et animal brutum, vel inanimata ut aer, aqua, ignis elater &c.

¿ *Quid est resistentia?* Illud, quod ope machinae vel movetur, vel sustentatur.

¿ *Quando corpora in machinis dicuntur esse in equilibrio?* Quando in extremis virgae ejusdem ita appensa sunt, ut alterum deprimi nequeat, nec alterum elevari, et virga, quae circa punctum immobile revolvi potest quieta permanet.

¿ *Est propositio aliqua, quae sit totius doctrinae circa machinas fundamentum?* Ecce illa. Dos cuerpos pendientes de los extremos de una vara inflexible obtienen velocidades en razon directa de las distancias al punto, en que se apoye la vara.

No puede el cuerpo D subir al punto B por el arco D B, sin que el cuerpo C baje á A por el arco C A. Luego corren estos dos arcos en el mismo tiempo. En el movimiento ecua-

ble las velocidades son como los espacios corridos. Luego son como sean entre sí los arcos D B, y C A. Estos arcos son como sus radios. Los radios son las distancias. Luego dos cuerpos &c.

¿ Quid ex anteriori propositione deduces ? Sequentia. 1.m Cum duo corpora quiescunt in equilibrio virgae extremitatibus posita, eorum celeritates initiales, vel conatus ad motum, erunt in ratione directa distantiarum á fulcro. 2.m Cum momenta duorum corporum, quae celeritates habeant cum massis reciprocas, sint aequalia: celeritates autem duorum corporum in virga eâdem appensorum sint in ratione directa distantiarum à fulcro, sequitur esse aequalia momenta duorum corporum in eâdem virga appensorum, si distantias habeant à fulcro in ratione reciproca ponderum. 3.m Duo corpora eidem jugo appensa in equilibrio erunt, si distantias habuerint à fulcro in ratione ponderum reciproca; quia hoc cassu sunt aequalia momenta, in quo consistit equilibrium.

¿ Hàc doctrinâ stante adducere poteris generalem, ut dicunt, formulam pro potentiae et resistentiae equilibrio in machinis cognoscendo ? Machinae omnes ad vectem reducuntur, et vectis nil aliud est nisi virga, cujus extremitatibus potentia et pondus applicantur. Ergo machinis omnibus eadem formula, quae vecti, applicari potest. Ecce illa.

$$R : P :: D : d$$

Hoc est: resistentia est ad potentiam, ut distantia ex potentia ad fulcrum ad distantiam ex resistentia ad fulcrum. Ratio patet. Nam, ex dic-

tis, est equilibrium, quando celeritates sint cum viribus reciprocae. Cum autem ex demostratis celeritates sint ut distantiae, sequitur tantum vim juvari, quantum magis distet à fulcro, quia lucratur celeritatem tantam, quantúm distet. Ergo si tantum quantum potentia vincatur massâ à resistentiâ, potentia ipsa vincit celeritate vel distantiâ, momenta exurgunt aequalia, et sunt in equilibrio. En rationem, quâ nixus Archimedes confidenter dicebat, „ da mihi virgam, quam velim, „ et fulcrum, et Mundum moveam." Tantum hic homo sumpsisset distantiae, ut ipsâ lucraretur tantûm velocitatis quantum pondus Mundi sua vi humana et debili majus erat.

¿ Quid ex allatâ formulâ deducis ? Inveniri posse, cognitis pondere et distantiis, potentiae applicandae quantitatem: cognitis potentia et distantiis, ponderis levandi quantitatem: cognitis pondere, potentia et hujus distantia á fulcro, ponderis distantiam, cognitis potentia, pondere, et hujus á fulcro distantia, distantiam ponderis. Nam formulâ proportio geometrica exhibetur cujus termini sunt resistentia expresa per R, potentia expresa per P, distantia resistentiae vel ponderis à fulcro expresa per d, et distantia potentiae à fulcro expresa per D. In proportione autem geometrica, coguitis tribus terminis, ignotum inveniri potest.

¿ Cuando la potencia ó la resistencia obran contra la vara oblicuamente, se mide la distancia desde cualquiera de ellas al punto de apoyo lo mismo que cuando obran perpendicularmente ? En este último caso se mide la distancia desde

el punto de apoyo hasta el punto en que se aplica la potencia ó la resistencia; mas, cuando obran oblicuamente, es necesario tirar una perpendicular desde el punto de apoyo á la direccion de la potencia ó resistencia. Por tanto si la vara A C B (figura 26) es tirada por las dos fuerzas ó potencias R y P, por las direcciones A R, B P oblicuas á la vara, la distancia de la potencia R al punto de apoyo, es medida por la perpendicular C E, y la de la potencia P por la perpendicular C D. Estas perpendiculares son mas cortas, que los brazos de la vara correspondientes, puesto que cada una de ellas es uno de los lados de un triángulo rectángulo, de quien el brazo correspondiente de la vara es siempre la hipotenusa. Y no es extraño que solo se mida la distancia por C E y C D, porque siendo la fuerza E A, considerada como compuesta ó producida por E C y E O, se ve que E O no obra para levantar ó bajar la vara, por ser paralela á ella, y sí obra para levantarla ó bajarla la fuerza E C. Otro tanto se dice de la fuerza del otro lado.

¿Qué se infiere de lo dicho? En primer lugar que disminuyen las fuerzas solo por el mero hecho de pasar de ser perpendiculares á ser oblicuas. En segundo lugar que si hay equilibrio entre la potencia y resistencia, siendo perpendiculares á la vara, no se perderá el equilibrio, aunque se hagan oblicuas, con tal que tengan el mismo grado de oblicuidad. La razon es porque entonces las distancias disminuyen en la misma proporcion, puesto que C E: C D;: A C: A B

á causa de la semejanza de los triangulos A C E B D C.

Pero si las direcciones se hacen oblicuas á los brazos de la vara, y la oblicuidad es diversa, se pierde el equilibrio, y será mayor la fuerza, cuya direccion sea menos oblicua, porque, aunque disminuye su distancia al punto de apoyo, disminuye mas la otra, que se hizo mas oblicua.

¿ Por qué dice la difinicion de la máquina que se gana fuerza ó tiempo? ¿ No puede ganarse fuerza y tiempo? Es imposible. Para que la potencia (figura 25) B gane fuerza es menester que se retire del punto F, mas que lo está en el punto B. Entonces, como tiene que correr mas espacio, ó un arco mas grande, no puede gastar menos tiempo. Y para que el peso A gane tiempo, ó lo que es lo mismo, en el mismo tiempo corra mas espacio, ó un arco mas grande, es necesario que se desvie del punto F, mas que lo que está desviado en el punto A. Entonces necesita la potencia mas fuerza. Luego si se gana fuerza se pierde tiempo y al contrario.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS QUINTUS

De impedimentis in machinis.

¿ Corresponden las reglas dadas al efecto, que se nota en la practica? Hay impedimento y causas, que producen alguna variacion. Para saber apreciarlas, pueden servir las siguientes adverten-

cias, que son el compendio de lo que enseñan sobre esta materia los Autores, que las tratan difusamente. 1ª La vara se ha de suponer inflexible y sin gravedad; inflexible, pues, doblandose alguna cosa, equivaldria á aplicarse la fuerza oblicuamente: sin gravedad, porque á considerarla, serviria de peso en el lado de la resistencia al levantarse, y de potencia al lado de la potencia al bajarse, y al rebes. 2ª En toda máquina, fundada por precision en las reglas antes dadas, se disminuye el efecto por la resistencia del aire, y por la friccion de los cuerpos que componen la máquina. Todo cuerpo, por pulido que esté, tiene concavidades y prominencias, por lo cual, al colocarse un cuerpo sobre otro, se entrometen las prominencias del uno en las cavidades del otro, y no pueden moverse sin romperse, ó doblarse algunas partes, ó subirse las que bajaron á las cavidades, todo lo cual retarda el movimiento. Reglas fijas para valuar esta retardacion, no se han dado hasta ahora, pero pueden ayudar las siguientes observaciones. 1ª Se aumenta la friccion de un cuerpo puesto sobre un plano, cuando sea mayor su peso, porque en este caso se introducen mas las prominencias del uno en las cavidades del otro. Ademas y por esta misma causa hay mas roce y detencion, cuando un cuerpo tiene mayor superficie, tocando al plano, que otro de igual peso. Por eso una esfera se mueve mas pronto sobre un plano que un cuerpo cúbico de igual peso. Por esto es que para mover grandes vigas sobre el suelo, se le ponen debajo cilindros. 2ª Hay mas rozamiento mientras mayor sea la

velocidad que lleva un cuerpo sobre un plano, porque corre en un mismo tiempo mas espacio, que cuando va mas lento, por lo que hay mas número de fricciones. 3ª En los cuerpos homogéneos, cuyas prominencias y cavidades por necesidad vienen mejor unas con otras hay mas friccion.

Tambien son impedimento en las máquinas las cuerdas por causa de su gravedad y rigidez, y humedad ó sequedad, que calculan en la parte posible algunos Físicos, que pueden dilatarse á causa del plan de sus obras.

Bastenos á nosotros decir que de las observaciones de Amontons, Desaguiliers y Coulomb resulta, que la resistencia de las cuerdas es proporcional á los pesos, que se levantan, á los diámetros de las mismas cuerdas, y en razon inversa de los diámetros de los cilindros, en que obran. Resulta tambien que las cuerdas mas secas resisten mas. Tambien influye el torcido en la resistencia. Puede verse esta materia con mas estension en el capítulo 9 de los elementos de Física de Muschembroek.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS SEXTUS

De vecte, hispanice palanca.

¿ *Qué es palanca* ? Es una vara de hierro, madera, ú otra cualquier materia semejante, que sirve para levantar pesos, ó vencer alguna resistencia, á la cual en un punto se aplica el peso ó la resistencia, en otro la potencia, y otro descan-

sa en un punto fijo, sobre el cual puede girar, y se llama punto de apoyo.

¿Cuántas clases hay de palancas? Tres, y se llaman palanca del primer género, palanca del segundo género, palanca del tercer género.

¿Qué es palanca del primer género? Aquella, en que el punto de apoyo está entre el peso y la potencia.

¿Qué es palanca del segundo género? Aquella, en que la resistencia está entre el punto de apoyo y la potencia.

¿Qué es palanca del tercer género? Aquella, en que la potencia está entre el punto de apoyo y el peso,

¿Cómo sabremos si hay equilibrio entre el peso y la potencia en estas palancas? Aplicando la formula general dada antes.

$$R : P :: D : d$$

¿Qué máquinas de las conocidas se reducen á la palanca del primer género? Las tigeras comunes y las tenazas. La potencia en ellas es la mano ó dedos, que aprietan en un extremo, en el tornillo está el punto de apoyo, y en el otro lo que se corta ó asegura, que es la resistencia. Tambien lo es el martillo, cuando se saca con el un clavo. En el extremo del mango se aplica la mano ó potencia, en la boca, que se apoya, está el punto de apoyo, y en las orejas está como resistencia el clavo, que se intenta sacar. Igualmente es palanca del primer género el cigueñal, y otras varias.

¿ Qué máquinas de las conocidas son palancas del segundo género? Los remos en una barca. El punto de apoyo está en el agua, la mano, que se aplica en el otro extremo, es la potencia, y en el medio está la resistencia que es la barca, que resiste al remo por medio del tolete. Es palanca del segundo género la nave con su mastil y velas. El viento, que obra en la vela es la potencia, la nave la resistencia y el punto de apoyo está en el punto de la quilla, á donde tocaria el mastil prolongado hasta abajo. Tambien son palancas de este segundo género el cuchillo del panadero, y los fuelles de chimenea, y una escalera, cuyo extremo está en el suelo, el otro en la pared, y el hombre que sube en medio.

¿ Qué máquinas de las conocidas se reducen á la palanca del tercer género? Las pinzas y las tenazas de coger candela.

¿ Qué se deduce de esta doctrina? Que la palanca del primer género puede favorecer ó á la potencia ó á la resistencia, porque siendo los brazos desiguales, puede ya la una, ya la otra hallarse en la extremidad del brazo mas largo; que la palanca de segundo género es exclusivamente ventajosa á la potencia, por hallarse siembre esta mas distante del punto de apoyo que la resistencia: que la palanca de tercer género favorece siempre á la resistencia, pues esta se halla siempre á mayor distancia del punto de apoyo que la potencia.

¿ Si la resistencia es considerablemente larga v. g. una viga, y se aplica la punta del brazo de la palanca, en que debe colocarse el peso á

un estremo de la resistencia, como se calculan las distancias? En este caso se verifica lo mismo, que si hubiera dos palancas, obrando una en otra. La segunda es la misma viga, cuyo peso está como reunido en el centro, el punto de apoyo está en el punto, en que la viga toca al suelo, y en el otro extremo se aplica la potencia por medio de la palanca. Se calculan las distancias como se dirá hablando de las máquinas compuestas.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS SEPTIMUS.

De libra et statera, hispanice Romana.

¿Qué es balanza ó peso? Por ser tan conocida esta máquina no la describimos. Es claro que es una palanca de primer género.

¿Qué condiciones ha de tener para que sea perfecta? Las siguientes: 1ª Los puntos de que estan suspensos los dos platillos, deben estar en la misma línea, que el centro de la balanza, é igualmente distantes de este centro. 2ª La balanza debe ser muy movil, por lo cual debe aspirarse á que el roce sobre el punto de apoyo sea el menor posible. Para esto deben ser sutiles los astiles, y el exe ó línea, sobre que se mueve la máquina, debe tener filo, y ha de ser lo mismo que el punto donde descansa, de materia muy sólida. 3ª Se ha de procurar que el centro de gravedad y el de movimiento se confundan. De este modo correrá á la menor desigualdad de peso, que haya en cualquiera de los platillos. 4ª

Debe el astil ser de muy buen temple para que no se doble por parte alguna. Si la longitud de sus brazos varia por doblarse alguna cosa por algun lado, resultará que brazos desiguales con pesos desiguales, se podran equilibrar. De lo que se infiere que no es buena la balanza, si los brazos ó los pesos de los platillos son desiguales. Mas si estas desigualdades se compensan, podrá haber equilibrio en palancas falsas.

¿Qué es Romana? Es bien conocida. Por tanto solo decimos de ella, que es palanca del primer género, en que el punto de apoyo está mas cerca del estremo, en que se pone el peso, que del punto en que puede ponerse la potencia. Por eso con un pequeño peso, que hace de potencia, y se llama pilon, podemos equilibrar grandes pesos, tomando en el brazo largo las distancias necesarias.

¿Qué ventajas ofrece la Romana sobre la balanza? Tres: 1.ª Que se pueden pesar diferentes masas con un solo pilon ó peso. 2.ª Que es mas exacta la Romana, porque el punto de apoyo tiene menos roce, á causa de sostener menos peso. En la balanza sostiene el peso de la masa, que se ha de equilibrar, y otro tanto de las pesas: En la Romana la masa que se ha de equilibrar y el del pilon, que es mucho menor que el de la masa.

¿Cómo se entiende la voz, que dice entra la Romana con tantas libras? Como los brazos son desiguales, pesa mas el mas largo que el mas corto. Parte del peso, que se coloca en el brazo mas corto, se gasta en sostener el exceso de

peso del mas largo, y el pilon se equilibra solo con el exceso del peso. Por tanto hay que agregar á las libras, que señale el pilon, las que en el peso sostienen el exceso dicho del brazo mas largo, y estas libras son con las que entra la Romana.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS OCTAVUS

De trochlea, hispanice Garrucha.

¿Qué es Garrucha? Es un plano circular de madera ó metal movil sobre un exe, que pasa por su centro, y está sostenida por una chapa en cada lado, entre las cuales puede dar vueltas dicho plano. Este tiene por sus cantos, ó por el grueso de su circunferencia una hendedura para recibir una cuerda, que descansa sobre parte de la circunferencia.

¿De cuántas maneras es la garrucha? De dos: fija y movible. Fija está cuando no tiene mas movimiento, que el de rotacion. Movible es cuando tiene ademas el de traslacion.

¿Cuándo habrá equilibrio en la garrucha fija? Ella equivale á una palanca de primer género. El punto de apoyo está en el medio del círculo, y en los extremos del diámetro, que pasa por dicho centro, el peso y la potencia. Luego se aplica la fórmula general, y resulta que, por ser los radios ó las distancias iguales, nada gana la potencia. La ventaja, que trae, solo es favorecer á la potencia, para que aplique su esfuerzo por la direccion que guste.

¿ Cuándo habrá equilibrio en la garrucha movible ? Ella es una palanca de segundo género: porque en un estremo de la cuerda está el apoyo, v. g. en K (figura 27). La resistencia está en el medio, que es la garrucha con el peso pendiente. La potencia está en el otro estremo B. Cuando se tira de la cuerda por B, hasta llegar la garrucha arriba, caso en que habrá pasado toda la cuerda al lado de la potencia, el peso habrá andado el largo de un lado de la cuerda E K, y la potencia los dos largos de los dos lados de la cuerda. Luego tomando por distancias los dos espacios, que han andado el peso y la potencia, se aplica la formula general, y resulta que el peso es á la potencia, como la distancia de la potencia al punto de apoyo, que es el largo de los dos lados de la cuerda, á la distancia del peso al punto de apoyo, que es un lado de la cuerda. Por tanto se vé que con una garrucha movible, la potencia puede ser como la mitad del peso.

Lo que se ha dicho se entiende de las cuerdas, que sean paralelas. Si no lo son, como se ve en la (figura 28), si las cuerdas son P N, R N, equivale el caso á aquel, en que las fuerzas obrarán obliquamente sobre la palanca Z M. Y entonces se aplican las reglas dadas para cuando las fuerzas obren obliquamente.

DIALOGUS QUADRAGESSIMUS NONUS

De axi in peritrochio, hispanice Torno.

¿Qué es torno? Es una gran rueda, ó tambor, atravesada en su centro con un exe, con el cual da vueltas la rueda, que se enrosca en el exe, y la potencia, que obra se aplica en la circunferencia de la rueda ó tambor. Al moverse la rueda, va moviendose el peso por medio de la cuerda, que se enrosca en el exe.

¿Qué es menester para que haya equilibrio en esta máquina? Ella equivale á una palanca del primer género. El punto de apoyo está en el centro, al rededor del cual gira tanto el exe, como la rueda. Egerciendo el peso su fuerza en un punto de la circunferencia del exe, y la potencia en un punto de la circunferencia de la rueda, se sigue que el radio del exe es la distancia del peso al punto de apoyo, y el radio de la rueda es la dístancia de la potencia al punto de apoyo. Luego se aplica la fórmula general, sostituyendo en lugar de D, d, R, r. Se infiere que mientras mayor sea la rueda, ó menos grueso el exe, gana mas la potencia, y al contrario.

¿Qué aspectos ó modificaciones pueden presentarse en esta máquina? Tres son las principales: 1.ª Se construye la rueda de forma, que dentro de ella sobre la parte interior ó concava se mueva un hombre, un perro, ú otro animal, el cual á proporcion que da pasos, hace andar la rueda. Supongase el animal parado, y que por su mis-

ma gravedad está en la parte inferior de la rueda. Entonces la línea de direccion de la gravedad pasa por el centro del animal y de la maquina, y por medio del apoyo, y no hay movimiento; pero dé el animal algun paso. Entonces la línea de direccion de la gravedad del animal prolongada no va al centro del exe, ó punto de apoyo, sino á un punto, que dista algo de dicho centro, y por tanto la distancia, que hay de dicho punto al de apoyo, es un brazo de la palanca, en que se aplica la potencia, y el otro es el radio del exe. Mientras mas largos pasos de el animal, mas se desvia del punto, en que tendria vertical el centro, y mas gana su potencia. 2º El torno se construye alguna vez bajo la forma de un simple cilindro, atravesado de una parte á otra de su circunferencia por palancas, á cuyo estremo se aplica la potencia. Si el cilindro se coloca horizontalmente, se llama cabria, si se coloca verticalmente se llama cabrestante. Este es mas útil que la cabria, porque la potencia puede obrar siempre perpendicularmente al brazo de su palanca, y porque pueden obrar de una vez un gran número de hombres por eso es frecuentemente empleado principalmente en los navíos para levar anclas, izar velas &c. 3º Se pueden reducir al torno las ruedas dentadas con sus piñones, de que vamos á hablar.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS

De rotis dentatis, hispanice ruedas dentadas.

¿Qué se entiende por ruedas dentadas y por piñones? Ruedas que en el exterior de su circunferencia tienen dientes, se llaman dentadas: y piñones son los exes de estas ruedas que tambien tienen dientes. Véase la (figura 29). El peso pende de una cuerda, que se enrosca en el exe C. Los dientes de la rueda G D, se entrometen en los del piñon J. La potencia se aplica en la palanca M, y sucesivamente en las demas, que están fijas en la circunferencia de la rueda L K. Al mover la potencia M, la palanca M, hace dar vueltas á la rueda K L, y á su piñon, que hace mover á la rueda G D, y se vá enroscando la cuerda, y subiendo el peso. Se ve claro que la rueda G D es un torno y la otra rueda es otro. Equivalen pues al torno, que es lo que deciamos antes; pero como son dos, es una máquina compuesta, en que se hallará el equilibrio, aplicando la fórmula, que diremos hablando de las máquinas compuestas. Aquí solo nos contentarémos con decir, que si el peso es como 30, el radio C A como 1, y el B C como 6, una potencia como 5 sostendrá el peso como 30. Siendo el radio F J como 1, y el M J como 5, una potencia aplicada en M, estará en equilibrio con el peso, que se siente en el diente B, segun diximos, y por tanto una potencia como 1, sostendrá un peso como 30.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS PRIMUS

De plano inclinato, ut machina spectato.

¿ Cuándo se usa del plano inclinado como máquina, como se obtiene el equilibrio? Si el peso es á la potencia como la altura del plano á la longitud. Es claro, porque el plano sostiene parte de la gravedad del cuerpo, y queda solo como resistencia, que vencer, la gravedad respectiva, que segun se demostró en su lugar, es tanto menor que la absoluta, cuanto es menor la altura del plano, que su longitud. Luego un peso como la longitud del plano, se equilibrará con una potencia como su altura. De lo que se infiere, que mientras mas pendiente sea el plano, menos gana la potencia, y mientras mas tendido esté, mas gana la potencia.

¿ Se puede aplicar la formula general para las máquinas al plano inclinado? Se puede por que se reduce á palanca. (Figura 16) Tirese desde el centro de gravedad del cuerpo R al punto D, donde el dicho cuerpo toca al plano, la línea R D: del punto D tirese la línea D E, perpendicular á la línea de direccion R E G del cuerpo R. Se formará la palanca R D E del primer género, cuyos brazos serán R D, D E, y el apoyo D. La potencia puede suponerse á una de las extremidades de esta palanca en R, y la resistencia E. Luego la potencia será á la resistencia como E D á D R. Mas á causa de la semejanza de los dos triangulos R D E, y A C

B, d D es á R D, como B C altura del plano á A C su longitud. De lo que resulta que la potencia es á la resistencia, como la altura del plano á la longitud. Como los dos primeros términos de la fórmula general eran R : P, invirtiendo resulta que R : P : : la longitud del plano R C : á la altura C B. Sostituyase pues L a D y A a d, y está aplicada al plano inclinado considerado como máquina la fórmula general del equilibrio.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS SECUNDUS

De cuneo, hispanice Cuña.

¿ Qué es cuña ? Un cuerpo que tiene una base ancha, y va á acabar en filo. La cuña puede representarse por un prisma triangular. Puede emplearse para cortar, separar, hender, partir ó levantar cuerpos. Los cuchillos, punzones, hachas, puñales, clavos &c., son máquinas de esta clase.

¿ Cómo se obtendrá el equilibrio en esta máquina ? Bien se ve que al entrar la cuña (figura 30) en el cuerpo M G N, mientras toda ella ó la porcion E G, se introduce en el cuerpo la resistencia, ó el cuerpo que se hiende, se mueve una porcion igual á la A C. E G es el largo de la cuña, ó distancia que anda la potencia A C es la distancia, que anda la resistencia. Luego por la fórmula general hallaremos que la resistencia es á la potencia como E G, largo de la cuña á A C, base de la cuña.

¿Qué se infiere de lo dicho? Que la cuña puede mas cuando tenga mas largo bajo la misma base, ó menos base bajo el mismo largo.

¿Se reduce la cuña á palanca? Suelen los Físicos reducirla á la de primer género, diciendo que en la cuña hay dos palancas, que obran unidas: una A B G, en que la potencia es A, B el apoyo, y G, al lado de N, la resistencia. Otra será C L G, cuya potencia está en C, el apoyo en L, y la resistencia en G, al lado de M.

Otros quieren que la cuña se reduzca á dos palancas de segundo género, y que una sea A B G, estando la potencia en A, la resistencia en B y el apoyo en G, al lado de la N, y la otra C L G, estando la potencia en C, la resistencia en L, y el apoyo en G al lado de M.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS TERTIUS

De cochlea, hispanicé tornillo.

¿Qué es tornillo? Un cilindro recto rodeado de un borde saliente en forma espiral, que puede entrar por un sólido, en que hay un agugero con sus paredes vestidas de filetes salientes, que llenan exactamente los intervalos que dejan entre sí los filetes salientes, que revisten al cilindro. Sirve esta máquina para levantar cuerpos, ó egecutar grandes presiones. Unas veces está fijo el tornillo, y se mueve dando vueltas el sólido horadado, y otras veces está este fijo, y se mueve el tornillo por medio de una maniguela ó palanca.

¿ Cuándo hay equilibrio en esta máquina ? De tal manera está formada, que mientras la potencia aplicada al estremo de la palanca, ó del sólido ó tuerca, dá una vuelta completa, sube ó baja el tornillo ó rosca, ó la tuerca, el grueso de dos filetes.

Luego la velocidad de la potencia, comparada con la velocidad de la resistencia, es como la distancia desde el centro del cilindro al estremo de la tuerca, ó de la palanca, á la línea que espresa el grueso de dos filetes. Luego equivale el tornillo á la palanca, equivaliendo una de aquellas distancias á un brazo, y otra á otro. Por tanto se aplica la fórmula general, poniendo por valor de D la distancia en la tuerca desde el centro al estremo, ó en la palanca desde el centro al estremo, por valor de d la línea, que espresa la distancia de dos filetes.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS QUARTUS

De machinis compositis.

¿ Cuándo se emplean las máquinas compuestas ó reunion de algunas simples ? Se usa de ellas, siempre que una simple sola no ayude todo lo que necesita la potencia. Seria inútil entrar en pormenores sobre el uso y número de estas máquinas, y mucho mas, siendo infinitas las combinaciones que pueden hacerse. Basta determinar la ley general ó fórmula, á que deben estar conformes las máquinas compuestas para que haya equilibrio.

¿Y cuál es la ley del equilibrio ó formula general en las máquinas compuestas? En cualquiera de ellas la relacion de la resistencia á la potencia, con que debe estar en equilibrio, es compuesta de todas las relaciones, que tendrian lugar separadamente en cada una de las máquinas simples, que forman las compuestas. Esto es, el peso á la potencia, como las distancias de potencia á apoyo en todas las simples multiplicadas por la distancia de peso á apoyo en todas las simples; fórmula que espreso así, suponiendo que son tres las máquinas simples que formaron una compuesta.

$$R ; P : : D\ 1^a \times D\ 2^a \times D\ 3^a : d\ 1^a \times d\ 2^a \times d\ 3^a$$

¿Y si alguna de las máquinas disminuye la potencia en lugar de aumentarla? Entonces el producto de las que aumenten antes de la que disminuya, se parte por la distancia homogenea de la que disminuye, y el cociente se sigue multiplicando por las demas distancias que queden.

¿Y por qué se usa alguna vez de máquinas, que hacen perder á la potencia, ó lo que es lo mismo que piden una potencia mayor que la resistencia? Porque muchas veces, teniendo fuerzas, de que disponer, necesitamos ganar tiempo, ó dar una grande velocidad al peso. Entonces aplicamos la potencia á menor distancia del punto de apoyo, que la que tiene la resistencia.

CAPUT DECIMUM TERTIUM

DE EFFECTIBUS VIRIUM CORPORIS, VEL MOVENTIUM, VEL RESISTENTIUM, CONSIDERATARUM IN FLUIDIS.

ARTICULUS PRIMUS

DE FLUIDORUM NATURA ET PRESSIONE.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS QUINTUS

DE FLUIDORUM NOTIONE.

¿ Quid est fluidum? Corpus, cujus moleculae sub aere adquirunt superficiem horizonti parallelam, ut v. g. aqua.

¿ Quotuplex est fluidum? Homogeneum et heterogeneum. Homogenea sunt fluida ejusdem densitatis, velut duae aquae portiones: heterogenea sunt, quae diversam habent densitatem, velut aqua et aèr.

¿ Quodnam est discrimen praecipuum inter solida et fluida? Quod partes fluidi ob suam figuram, exiguissimamque cohaesionem cedunt; vel minimis impresionibus, et aliae super alias rotationem habere possunt absque figurae alteratione. Non ita solida. In primis gravitas cujuscumque moleculae independenter operatur à gravitate aliarum: non ita in solidis, quibus moleculae ita adhaerent, ut unum solum totum efforment, et omnium gravitas in puncto, vel centro gravitatis

adunatur. Ergo effectus virium particularum fluidi diversi esse debent ab effectibus virium partium solidorum.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS SEXTUS

De pressione partium fluidorum inter semetipsas.

¿ Quomodo premunt fluidorum particulae? Fluidorum omnium particulae sese mutuo premunt aequaliter deorsum, sursum, ad latera ac versus omnem partem. Fluidum constat, ut dictum est, ex particulis minimis, minima vi cohaerentibus, et quaelibet suam habet gravitatem, quam exercet independenter ab aliis. Ergo superiores premunt inferiores ob gravitatem. Inferiores reagere debent aequali vi contra superiores, ob inertiam. Ergo premunt partes fluidi deorsum ac sursum. Sed et premunt ad latera. Cum partes fluidi minima vi cohaereant, ac graviteut, ex quo superiores nequeant suo descendendi nisu inferiores movere, tendent ad latera, á quibus aequali reactione repellentur. Intelligitur ergo pressio versus omnes partes.

Experientia his rationibus consona est. Immergas in vase aquâ pleno quatuor tubos extremis apertis: Unum perpendiculariter, alterum obliqué. alterum ita recurvum, ut orificium ad latus aperiatur, alterum recurvum etiam, et orificium habens sursum aspiciens. Eodem tempore aqua in quatuor tubis ascendit. Hic autem ascensus expli-

cari nequit, quin versus partes omnes particulae fluidi premant. Premunt ergo.

¿ Quodnam est praecipuum ex dictis consectarium? Omnes homogenei fluidi partes equilibrium servare inter se, quia aequaliter singulae versus omnes partes urgentur.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS SEPTIMUS

De fluidorum pressione in fundos vasorum.

¿ Quomodo premunt fluida in fundos vasorum? Pressio fluidorum in fundos vasorum quorumcumque est ut factum ex fundo in altitudinem perpendicularem.

Si el vaso es cilindrico (figura 31) todo el fluido pesa sobre el fondo, y por consiguiente la presion será como toda la gravedad, ó como la cantidad de materia, la cual es en el cilindro como el producto de la base por la altura. Luego la presion en este vaso es como el producto de la base multiplicada por la altura del vaso.

Si el vaso es cilindrico é inclinado, (figura 32) es oprimido el fondo por la direccion A D. La gravedad segun esta direccion A, D, que es la respectiva, es á la absoluta A F, como A F, altura del plano á A D, su largura. Luego el fondo D es oprimido del mismo modo que si lo fuera por un fluido de la misma base D con la altura A F. Luego la presion en el fondo en este vaso es como el producto de la base multiplicada por la altura perpendicular.

Si el vaso fuere mas ancho por arriba que

por abajo, (figura 33) como E, B, F, solo oprime en el fondo la columna G A C L, porque las demas son sostenidas por los lados inclinados del vaso E G, F L. Luego el fondo es oprimido lo mismo que si el vaso fuera cilindrico G A G L, en cuyo caso la presion es como el producto de la base por la altura.

Finalmente, si el vaso es mas ancho por abajo que por arriba, ó cónico, (figura 34) como E G O D, el fondo será oprimido como si el vaso fuera cilindrico, cual es E F M D, y aun llevado el ápice del cono á cualquier altura por medio del tubo G B O, será la presion en el fondo como si fuera un vaso cilíndrico como E A C D. La razon es, porque la columna mayor B G O Z, que insiste con toda su gravedad sobre la base, intenta con toda su gravedad elevar las columnas mas cortas L Y, N P &c. por lo cual estas columnas mas cortas oprimen á las paredes del vaso O D, G E, con tanta fuerza, cuanta es la de la columna mas larga B Z: lo que no se puede negar, porque si en algun punto del lado inclinado se abre un agugero v. g. en I, subirá el agua hasta la línea A B C, prescindiendo del impedimento del aire. Mas á esta accion resisten con igual fuerza las paredes del vaso, y empujan á las columnas mas cortas hacia el fondo. Luego el fondo es oprimido en esta clase de vaso como si fuera el cilindrico E A C D. Luego la presion en el fondo en este vaso, es como el producto de la base multiplicada por la altura perpendicular.

¿ *Quaenam corollaria ex his ducuntur* ? Si

comparentur fluidorum homogeneorum pressiones in vasorum fundos, cum fundi sint aequales, presiones sunt ut altitudines: si altitudines sunt aequales, pressiones sunt ut fundi, si altitudinis et fundi sunt inaequales pressiones sunt in ratione composita basium et altitudinum; sive ut facta, ex fundis et altitudinibus.

Articulus segundus

De fluidorum equilibrio.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS OCTAVUS

De fluidorum equilibrio in tubis ejusdem et diversi generis..

¿ Cuándo habrá equilibrio entre fluidos homogeneos que se hallen dentro de dos tubos comunicantes? Cuando esten á la misma altura, sea cual fuere la anchura é inclinacion de los tubos. Porque ó son los tubos verticales y de igual diametro como A E: (figura 35) ó son verticales y uno mas ancho que otro como H B (figura 36) ó uno es vertical y otro inclinado, teniendo iguales diámetros como S Q (figura 37): ó uno y otro es inclinado como A D (figura 38). En todos los cuatro casos los fluidos homogeneos están en equilibrio, cuando tienen la misma altura en ambos lados del tubo, como se deduce de lo que dejamos sentado para probar que la presion de los fluidos en los fondos es como el producto de la base por la altura: porque la base

en el primer tubo es G comun á ambos brazos del tubo. La altura es igual en ambos. Luego igual presion y por tanto equilibrio. En el segundo tubo la base en E, es comun á ambos brazos. La altura es igual. Luego igual presion y por tanto equilibrio. En el tercer tubo la base en R es comun. La altura es igual. Luego igual presion y por tanto equilibrio. En el cuarto tubo la base en L es comun. La altura es igual en ambos brazos. Luego igual presion, y por tanto equilibrio.

¿Qué se deduce de lo dicho? Que cualquier fluido se puede considerar dividido en columnas de igual diámetro, por lo que cualquier fluido homogeneo, puesto en un vaso, adquiere una superficie paralela al horizonte, porque cada una de las columnas sube á la misma altura para guardar equilibrio. Por esto toda el agua del mar, supuesta la tierra esférica, presentaria una superficie esférica, á causa de que todas sus columnas deben tener igual distancia del centro, hacia quien gravitan, para estar en equilibrio.

¿Cuándo estarán en equilibrio los fluidos heterogeneos? Los fluidos heterogéneos tendrán equilibrio en cualquier clase de tubos comunicantes, si estan á alturas recíprocas. La razon es clara: en cualquier clase de tubos comunicantes estan los fluidos homogeneos en equilibrio cuando las alturas son iguales, porque entonces las presiones son iguales. Mas si son heterogéneos, no haran iguales presiones con las mismas alturas, pues oprimirá menos el fluido mas raro, que el mas denso. Luego es preciso que el mas raro

aumente su volúmen para obtener la materia suficiente y hacer igual presion con el otro. Es así que en los cuerpos de diversa densidad las masas son iguales, si los volúmenes son recíprocos con las densidades. Luego el mas raro hará equilibrio con el mas denso, cuando las alturas sean recíprocas con las densidades, ó con las gravedades específicas. Por eso, siendo la gravedad específica del azogue respecto á la del agua como 14 á 1, habrá equilibrio entre estos dos fluidos, si el azogue tiene en un brazo del tubo una pulgada de altura, y el agua en el otro 14.

¿ Y qué se infiere de esto ? Dos cosas: 1ª Si la Tierra es esferoide, mas elevada en el equador que en los polos, la misma figura presentará la superficie del agua del mar, para que se equilibren las columnas de los polos, que estan mas cerca del centro, y por consiguiente pesan mas, con las del equador, que estan mas lejos del centro, y por consiguiente pesan menos.

2ª Pueden averiguarse las densidades de los fluidos, echando uno en cada brazo del tubo. La diferencia, que haya entre las alturas, habrá entre las densidades ó gravedades específicas. Si tienen poca diferencia los fluidos, de modo que puedan mezclarse facilmente, póngase antes de echar los fluidos, un poco de azogue, de modo que llene la parte curva del tubo, como la C D en la (figura 35).

¿ En todos los tubos se guardan las leyes dadas ? En los capilares no. Son estos unos canales de vidrio sumamente angostos. Decir lo que sucede en ellos, corresponde á la Física particular.

DIALOGUS QUINQUAGESSIMUS NONUS.

De fluidorum in solida actione.

¿Quid accidit, si solidum ponatur in fluido? Antequam solidum immittatur, columnae fluidi sunt in equilibrio. Ergo aequaliter ponderant. Immisso solido equilibrium turbatur, solidum vel supernatat, aliqua tamtum parte inferiori á fluido circumambita, vel in quacumque profunditate positum quiescit, vel descendit ad fundum, et fluidi superficies superior aliquantulum ascendit, ac proinde elevantur omnes columnae: post haec equilibrium. Columnae fluidi omnes tantum constant fluido. Illa, in qua est solidum, ex solido et fluido: sed, quia equilibrium est inter omnes, aequé ponderant. Tantum ergo ponderat columna, solido et fluido constans, quantum columna fluidi. Nunc, si solidum supernatat, dicendum est portionem fluidi expulsam á parte solidi fluido circumambita ponderare tantum, quantum totum solidum, quia aequé ponderaret columna illa, si non ejecta esset portio aliqua, quantum caeterae, quia mansissent in equilibrio; loco illius portiones ejectae venit solidum, et manet equilibrium. Ergo totum solidum ponderat tantum, quantum portio aquae, quam ejecit. Si solidum manet quacumque profunditate quietum, ejicit é loco portionem aequalem suo voluminis. Ergo ex dictis aequé ponderat columna é solido é fluido constans, ac columna solius fluidi. Si descendit ad fundum, magis ponderat, quia si aequaliter ponde-

raret, nec descendisset, nec ascendisset, si minus ponderaret ascendisset.

Ex dictis deducitur solidum supernatans sub majori volumine habere idem pondus cum fluido, ac inde esse illo minoris specificae gravitatis: solidum, quod nec ascendit, nec descendit, habere idem pondus ac fluidum sub eodem volumine, ac inde eamdem specificam gravitatem: solidum, quod praecipitatur, sub eodem volumine habere majorem aequali volumine fluidi specificam gravitatem. Ex quo invertendo deducitur solidum minoris gravitatis specificae supernatare; aequalis quietum, ubi ponatur, manere: majoris descendere: quâ supernatatione, primo cassu, quâ quiete secundo, quo descensu, tertio, manere cum fluido in equilibrio.

¿*Quid ex his duces*? Duo: 1.^{m} Vim solidi descendentis per fluidum esse proportionalem exessûi gravitatis specificae, quem habeat supra fluidum Vim ascensus esse proportionalem excessùi gravitatis specificae, quem habeat fluidum supra solidum.

2.^{m} Facile esse determinare specificas gravitates. Ecce modus.

Ex dictis specifica solidi gravitas est ad gravitatem specificam fluidi, ut pondus solidi ad pondus portionis fluidi aequalis cum solido voluminis. Inveniatur pondus solidi extra fluidum. Pondus aequalis voluminis fluidi erit aequale ponderi, quod amittit solidum fluido mersum. Ergo pondus portionis fluidi aequalis cum solido voluminis est aequale differentiae ponderis solidi extra fluidum, et intra fluidum ponderati, ac inde

gravitas specifica solidi est ad gravitatem specificam fluidi, ut pondus solidi extra fluidum ad differentiam ponderis solidi extra et intra fluidum ponderati.

DIALOGUS SEXAGESSIMUS.

De praenotionibus ad fluidorum motus intelligendos.

¿Ut fluidorum motus consideremus sunt aliqua deffinienda? Varia: in primis lumen.

¿Quid est lumen? Apertura vasis, per quam effluit liquor; aperto epistomio.

¿Quid est epistomium? Instrumentum ad aperiendum lumen, sive claudendum, ut jactus fiat, vel suspendatur.

¿Quid est jactus? Est rivulus fluidi determinato motu á lumine exiliens, qui pro vario situ variave directione est verticalis, vel horizontalis.

¿Quid vocatur flumen? Liquor per canalem superius apertum propria gravitate fluens, quod dicitur flumen in statu permanenti, si fluat liquor uniformiter, exiliens semper eodem loco ad eamdem altitudinem.

¿Quid est sectio fluminis? Planum secans illud perpendiculariter ad ejus fundum, et ad motus liquoris directionem.

¿Quotuplex est flumen? Regulare et irregulare. Primum est cum fundus horizontalis est, aut aequabiliter inclinatus ita ut sectiones omnes sint parallelae, similes et aequales, si liquor habet ubique eam-

dem altitudinem. Irregulare est, cujus fundus asperitatibus, est interruptus, et alveus obliquuis flexibus impeditus.

¿Quotuplex est altitudo? Duplex: Altitudo mortua liquoris, quae reperitur cum liquor quietus persistit, ut in stagnis: altitudo viva, quae non retardatur in cursu, imo potius ab alterius liquoris praesentia augetur.

¿Quid vocatur percussio in flumine? Est vis, quam flumen motum contra obstacula exercet.

¿Quid est origo fluminis? Liquoris receptaculum, ex quo liquor primarió effluit.

DIALOGUS SEXAGESSIMUS PRIMUS.

De fluidorum motu.

¿Quot propositionas cardinales statuis pro fluidorum motu? Quinque; et ecce prima. In tubis diversae altitudinis et ejusdem luminis, qui maneant constanter pleni, celeritates fluidorum pari tempore exeuntium sunt ut radices quadratae altitudinum. Hoc repetitis experimentis ita a Physicis est demostratum, ut tamquam axioma habeatur. Sed et ratione suadetur, Nam columna descendens, ut per lumen exeat, descendit sua gravitate eodem modo ac descendit solidum. Ast sua gravitate descendunt corpora ita, ut celeritates sint ut radices quadratae spatiorum, et spatia á columnis exeuntibus percursa, sunt altitudines. Ergo celeritates, de quibus loquebamur, in propositione, erunt ut radices quadratae altitudinum.

¿Quid eveniet si vas cilindricum, vel regulare,

per lumen apertum in fundo depleatur? Tunc spatia aequalibus temporibus á fluido percursa decrescunt ut numeri impares, sicuti accidit in solido sursum projecto. Nam, decrescente fluidi altitudine, decrescunt velocitates, et decrementa sunt singulis temporibus aequalia, ut in motu uniformiter retardato.

¿Quantum fluidi exibit é vase constanter pleno eo tempore, quo aliud aequale vas motu retardato depletur? Duplum ejus, quod motu retardato percurrit. Quia si solidum sursum projectum velocitate primi momenti aequabiliter sursum ascenderet, percurreret spatium duplum ejus, quod motu retardato describit. Pari modo, si fluidum in depletione vasis velocitatem primam constanter haberet, duplum curreret spatium, quod eodem tempore motu retardato percurrit.

¿Secundam propositionem dicito? Aequales fluidi quantitates exibunt paribus temporibus é duobus tubis constanter plenis, si habent aequalem altitudinem et aequalia lumina. Omnia, quae influunt, ut majores vel minores exeant quantitates ut altitudines, ac inde celeritates ob praecedentem propositionem, lumina et tempora sint aequalia. ¿Unde ergo venient diversae quantitates?

¿Quaenam corollaria haec propositio offert ducenda? 1.m Si altitudines sunt aequales et foramina inaequalia, quantitates pari tempore exeuntes erunt ut foramina. Nam, si tempora et altitudines sunt aequalia, inaequalitas veniet á foraminum differentia. Ergo quanto differant, differunt fluidi exeuntis quantitates,

2.^{m} In vasis altitudine et amplitudine aequalibus, quaeque propterea contineant aequales fluidi quantitates, depletionum tempora erunt, invérsé ut foramina. Nam dum major portio exeat, tanto citiús depletur vas. Allato cassu, eo major portio exit, quo majus est foramen. Ergo, quo majus sit, tanto minori tempore vas deplebitur. Si vero, inaequalibus positis foraminibus, fuerint amplitudines inaequales, major quantitas est in vase ampliori, quam in angustiori. Majori posito foramine, citiús depletur vas, majori posita amplitudine tardius. Hoc est major amplitudo tempus prolongat, majus foramen tempus minuit. Ergo tempora depletionum erunt in ratione composita ex directa vasium, ex quibus pendet amplitudo, et inversa foraminum. 3.^{m} Si vasa sunt constanter plena, et aequé ampla, et habent foramina aequalia, quantitates exeuntis fluidi erunt ut celeritates, sive ut altitudinum quadratae radices. Nam in hac hypothesi nil potest quantitates inaequales facere, nisi illa, quae sint inaequalia, nempe celeritates. Sed celeritates ex dictis, sunt ut radices quadratae altitudinis. Et si quaeras depletionum tempora, ea esse dicam ut radices quadratae altitudinum, si vasa habuerint eamdem amplitudinem.

4.^{m} Si duo tubi constanter pleni habent altitudines et foramina inaequalia, erunt fluidi quantitates eodem tempore exeuntes in ratione composita foraminum et quadratarum radicum altitudinum, quia foramina et radices velocitatum sunt factores, qui quantitatem exeuntem ex quolibet vase producunt. 5.^{m} Tempora evaquationum duo-

rum tuborum diversae amplitudinis, altitudinis, et foraminis, sunt in ratione directa basium, inversa foraminum, et subduplicata altitudinum, ut ex ante scriptis corollariis deducere pronum est.

6. In tubis ejusdem altitudinis et luminis quantitates fluidi exeuntes sunt ut sint tempora. Nam hoc cassu quolibet momento aequalis exit quantitas. Ergo quo major sit momentorum numerus, id est, quo majus sit tempus, major quantitas exit, quo minus, minor. Ex quo videtur quantitates esse in ratione composita temporis, luminum et velocitatum.

¿Quid supponunt statuti canones? Non esse impedimenta, quae effectus turbent, veluti frictiones et alia, quae pensari debent, ut effectus integer cognoscatur. Idem dicas respectu sequentium propositionum.

¿Quaenam est tertia propositio? Si fluidum ex tubo descendens per lumen verticale prosiliat, ad eam altitudinem ascendet, ad quam libella fluidi consistit in vase, a quo fluidum recipitur. Nam fluidum descendens per altitudinem vasis et tubi adquirit celeritatem, quam adquireret solidum per eamdem altitudinem cadens. Ast solidum cadens ex data altitudinem obtinet vim talem, ut, mutata directione, ad eamdem queat ascendere altitudinem, ut videtur in pendulis. Ergo et fluidum.

Sequitur propositio quarta. Jactus liquorum horizontaliter vel obliqué prosilentium fiunt per curvam parabolicam, et jactuum longitudines, sive spatium ad quod fluidum perveniat in linea horizontali, sunt in ratione subduplicata altitudinum, ad quas supra lumina sit liquoris libella. Quoad

primam partem: saliens liquor duplici agitur vi; una impressa á columna super incumbente, quae ipsum aequabiliter impelit per lineam horizontalem, consistenti vase constanter pleno, de hoc enim loquimur: alia est vis gravitatis, quae uniformiter accelerat. Hoc autem cassu parabolicam lineam describit.

Quoad alteram partem: jactus longitudo pendet ab horizontali, quae concurrit cum vi gravitatis ad parabolam describendam; et illa vis est aequabilis, ac proinde erit ut celeritas, cum pari tempore horizontalis linea percurreretur, ac percurritur illa parabolica linea, quam describit liquor erumpens. Sed celeritates sunt in ratione subduplicata altitudinum.

Quinta et ultima propositio nos manet. Particularum fluidi per flumen decurrentium velocitates sunt ut radices quadratae altitudinum é loco, in quo sint, ad superficiem fluidi in origine fluminis contenti. Hae particulae moventur per fundum tamquam per planum inclinatum, cujus longitudo est ipse fundus, altitudo autem normalis ducta á quacumque fluidi particula ad planum horizontale, quod transeat per superficiem fluidi in receptaculo. Ergo celeritas, quam particula fluidi per hanc perpendicularem cadendo haberet, dat celeritatem particulae currentis per fluminis alveum; quia hae celeritates adquisitae per plani altitudinem et longitudinem ab eodem corpore sunt aequales. Cum autem hae celeritates sint ut radices quadratae altitudinis, sequitur veram esse hanc quintam propositionem.

¿Quid ex dictis infertur? 1.m Celeritates par-

ticularum esse majores circa fluminis fundum, minores in superficie, medias in medio. Sed, cum in fluido impedimenta á fundi asperitate et resistentia oriantur, sequitur flumina in medio majorem habere celeritatem.

2.^{m} Si intumescit flumen, majorem esse aquae velocitatem, quia major est pressio supra particulas inferiores, quae, celerius protrusae, tenacitate sua inferioribus adherentes, secum eas abripiunt.

3.^{m} fluidi celeritatem influere in quantitate fluidi, quod, dato tempore, per flumen transmeat. Propterea accidere potest, ut per idem flumen major vel minor transeat fluidi quantitas, si celeritas minuitur, vel augetur.

4.^{m} Accidere posse ut flumen non intumescat, etiam si aliùs fluminis aquas recipiat, quia eà proportione, qua fluidi quantitas augetur, augeatur velocitas.

VALEDICTIO.

Huccusque de fluidis: huccusque de Physica generali, qua exaranda paragraphos aliquos, licet non plures, aliquando vel quoad verba ex probatis Auctoribus sumpsimus, quando pressius et clarius loquendi spes nobis non affulgebat. Valetudine infirmi, mente et corpore lassi post non interruptas integro die discipulorum lectiones et relectiones, corde saucii, inflicto vulnere ab Amico, cui fiducialiter credebamur, noctu laborabamus. Non mirum si rude et impolitum sit opus. Sed nostram epitomen instanter rogabant Amici, Discipuli anxié expostulabant. Habetis, oh vos, dimidium animae meae, quod nescio, qua caussa expetiisti. Deffectus mi ignoscite, prout exoqr,

INDEX.

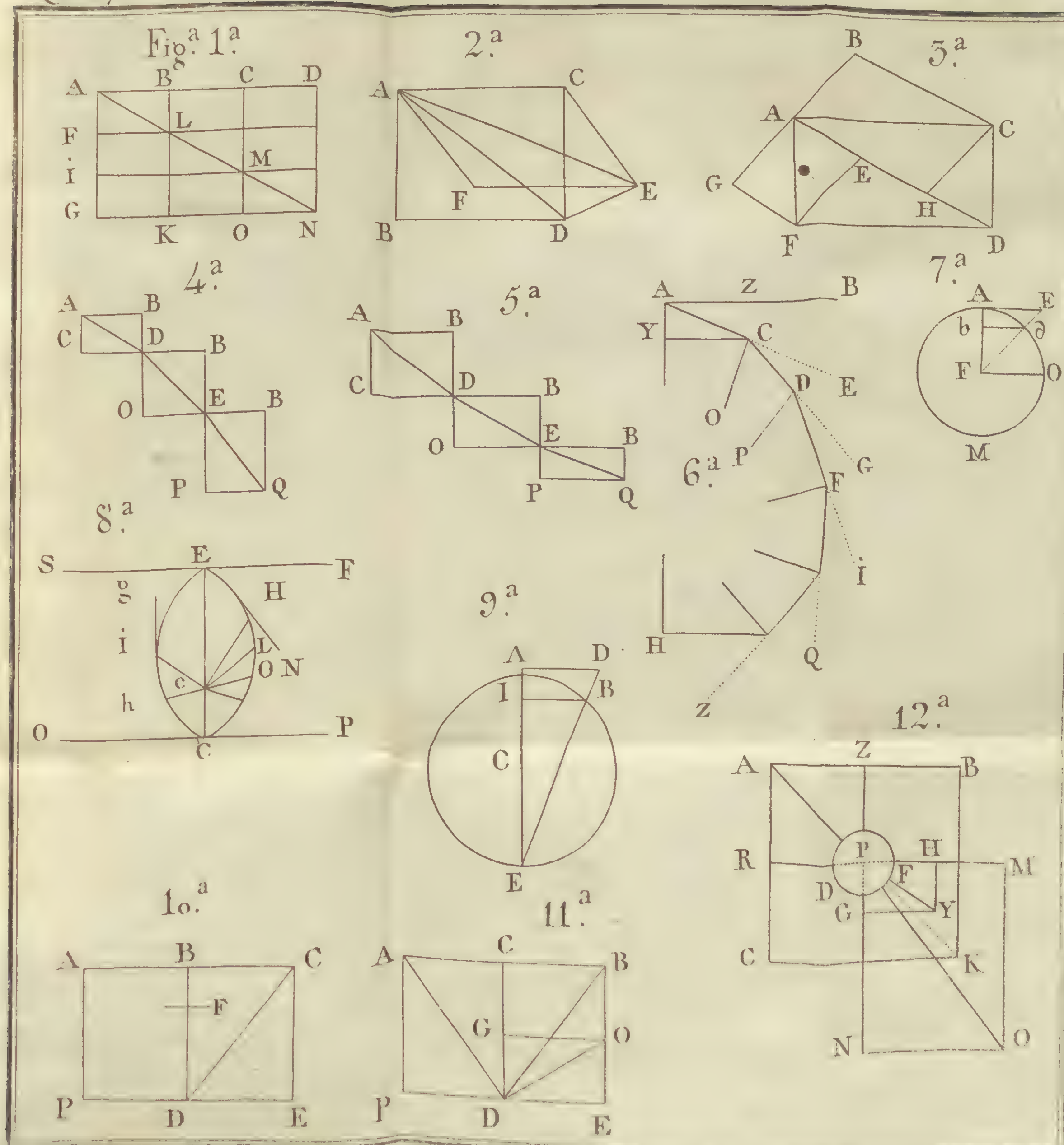
ERRATA NOTABILIORA.

Pág. 10, línea 25, Inutilis, *lege* inutiles,
Pág. 11, línea 14, simplicitati, *lege* simplicitate.
Pág. 12, línea 5, qualitas, *lege* qualitates.
Pág. 12, línea 6, deprehensa, *lege* deprehensas.
Pág. 13, línea 21, que, *ut deletum habeatur.*
Pág. 15, línea 5, puacta, *lege* puncta.
Pág. 16, línea 3, deffiniens limitationem, *lege* deffinientem limitationis.
Pág. 17, línea 18, continua, *lege* contigua.
Pág. 20, línea 29, destitutum, *lege* destitutus.
Pág. 23, línea 7, ipse, *lege* ipsi.
Pág. 44, línea 8, varire, *lege* variare.

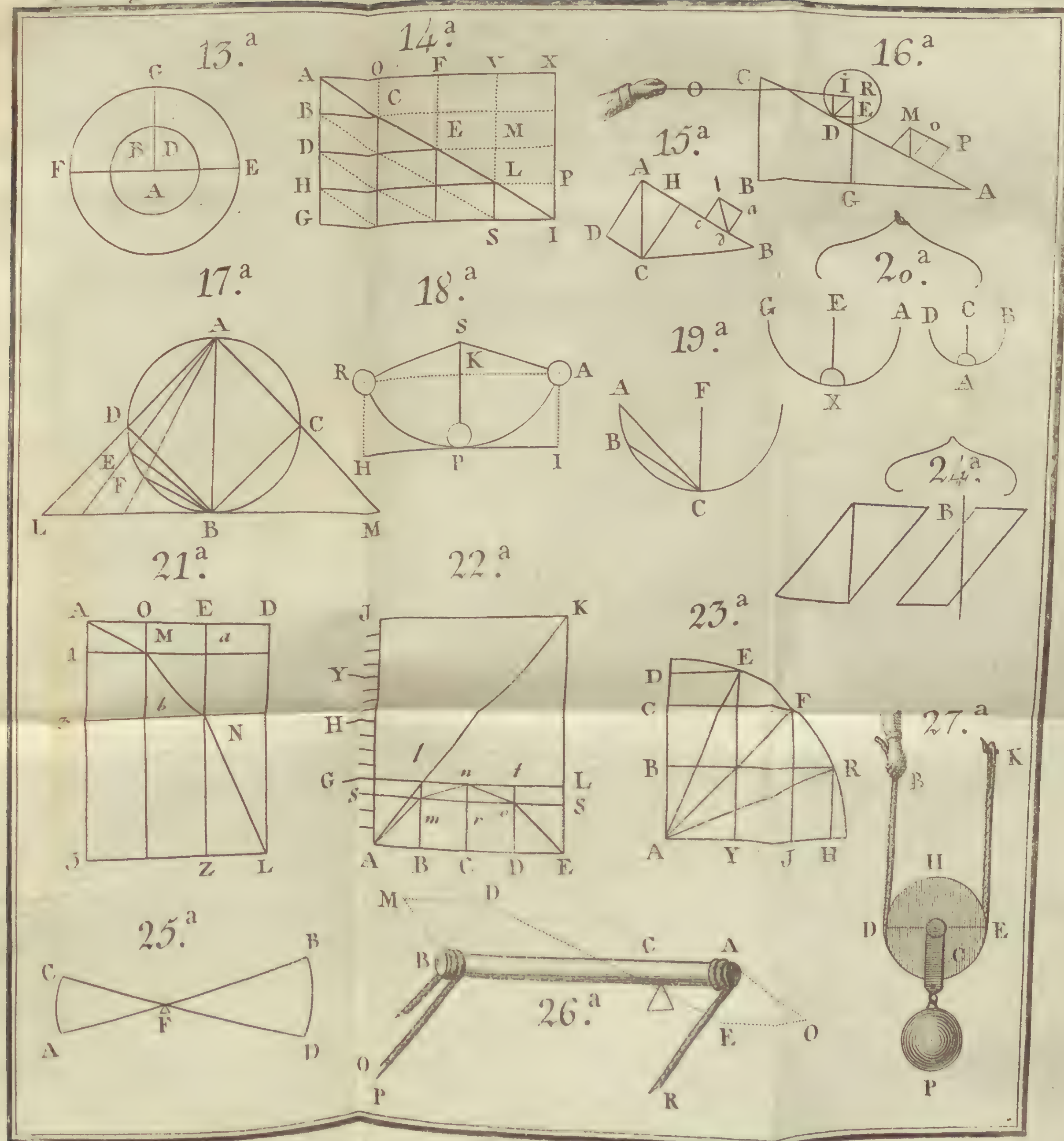
Por equivocacion se repitió el número *decimo sexto* en dos dialogos consecutivos, y ha influido por consiguiente en la numeracion de los sucesivos. Para no alterarla, se ha conservado en el indice la misma repeticion.

NOTA.

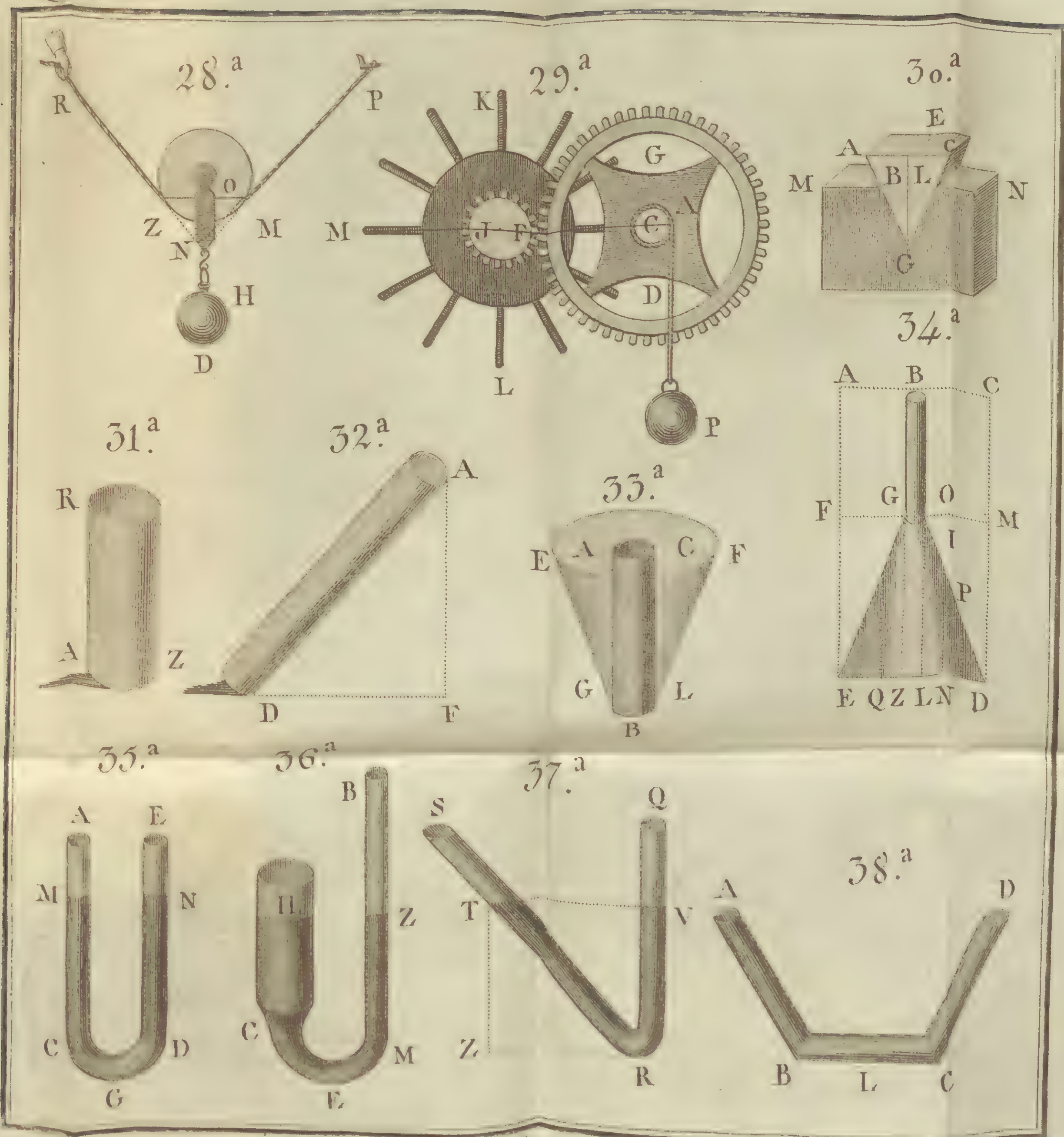
El Autor no reconoce por suyos los egemplares, que no tengan en el reverso de la portada su apellido y rubrica de su puño, y sello con las iniciales y finales de sus nombres y apellido.


Fig.a 1.a
2.a
3.a
4.a
5.a
6.a
7.a
8.a
9.a
10.a
11.a
12.a

Lam.ª seg.ª



Lam.ª terc.ª


28.ª
R
P
O
Z
M
N
H
D
29.ª
K
G
M
J
F
C
A
D
L
P
30.ª
E
A
C
B
L
M
N
G
34.ª
A
B
C
G
O
F
M
I
P
E Q Z L N D
31.ª
R
A
Z
32.ª
A
D
F
33.ª
E
A
C
F
G
L
B
35.ª
A
E
M
N
C
D
G
36.ª
B
H
Z
C
M
E
37.ª
S
Q
T
V
Z
R
38.ª
A
D
B
L
C


calibrite
colorchecker CLASSIC
mm